RAY KURZWEIL

La singularidad está cerca

CUANDO LOS HUMANOS TRANSCENDAMOS LA BIOLOGÍA

Título original: The Singularity is near: when humas transcend biology
Ray Kurzweil, 2005

ELOGIOS PARA
LA SINGULARIDAD ESTÁ CERCA

Uno de los mejores libros de otoño de 2005 para CBS News

Entre los mejores libros de no ficción de 2005 según St. Louis Post-Dispatch

Uno de los mejores libros de ciencia de 2005 según Amazon.com

"Cualquiera puede captar la idea principal del sr. Kurzweil: que el conocimiento tecnológico de la humanidad ha crecido como una bola de nieve, y tiene unas perspectivas vertiginosas para el futuro. Los conceptos básicos se expresan de forma sencilla. Pero para los más informados e interesados, el autor argumenta su postura con un detalle fascinante ... *La singularidad está cerca* es sorprendente por su alcance y valentía".

—JANET MASLIN , *The New York Times*

"Lleno de especulación imaginativa y científicamente fundamentada .... vale la pena leer *La singularidad está cerca* solo por su gran cantidad de información, todo ello presentado con lucidez .... [Es] un libro importante . No todo lo que Kurzweil predice que puede llegar a pasar, pero mucho de ello sí lo hará, y aunque usted no esté de acuerdo con todo lo que dice, vale la pena prestar atención" .

—The Philadelphia Inquirer

"[Una] mirada emocionante y aterradora hacia donde nos dirigimos como especie .... El sr. Kurzweil es un científico brillante y futurista , y hace una defensa convincente y, verdaderamente, muy conmovedora de su visión del futuro" .

—The New York Sun

"Irresistible."

—San Jose Mercury News

"Kurzweil vincula el ascenso previsto de la inteligencia artificial con el futuro del propio proceso evolutivo. El resultado es a la vez aterrador y esclarecedor .... *La singularidad esta cerca* es una especie de mapa enciclopédico de lo que Bill Gates llamo una vez 'el camino a seguir'".

—The Oregonian

"Una visión lucida y enfocada en un futuro no tan distante".

—The Baltimore Sun

"Este libro ofrece tres cosas que hacen que sea un documento seminal: 1) Introduce una nueva idea, no ampliamente conocida, 2) La idea es lo más grande que se puede conseguir: La Singularidad, todo el cambio en el último millón de anos será superado por el cambio en los próximos cinco minutos, y 3) Es una idea que requiere una respuesta informada. Las afirmaciones del libro tienen tantos gráficos y anotaciones a pie de pagina, están tán documentadas y argumentadas, y son tan plausibles en los pequeños detalles, que requieren una respuesta similar. Sin embargo, sus afirmaciones son tan escandalosas que, de ser ciertas, significaría ... bueno ... el fin del mundo tal como lo conocemos , y el comienzo de la utopía. Ray Kurzweil ha tomado todas las cadenas del meme Singularidad que andan circulando en las ultimas décadas, y los ha unido en un solo tomo que ha clavado en nuestra puerta principal. Sospecho que este será uno de los libros mas citados de la década. Al igual que el perturbador libro de 1972 de Paul Ehrlich, *La bomba demográfica*, seas fan o enemigo, es la ola en el epicentro por la que tiene que comenzar".

—Kevin Kelly , fundador de *Wired*

" Realmente, ahí fuera. Deliciosamente hacerlo. "

—Businessweek.com

"Impresionante y utópica visión del futuro cercano, cuando la inteligencia artificial supera al cerebro biológico y cómo serán las cuando esto suceda …. Accesible y atractivo. "

—The Unofficial Microsoft Blog

" Uno de los pensadores mas importantes de nuestro tiempo , Kurzweil ha continuado sus trabajos anteriores ... con una obra de sorprendente amplitud y alcance audaz . "

—newmediamusings.com

" Una imagen atractiva de un futuro plausible. "

—Kirkus Reviews

"Kurzweil es un verdadero científico, una persona de mentalidad amplia en eso .... Lo que llama la atención no es el grado en el que la embriagadora visión de Kurzweil no consigue convencer -dado el alcance de sus proyecciones , eso es inevitable- sino el grado en que parece francamente plausible. "

—*Publishers Weekly* (starred review)

"A lo largo de este *tour de force* de ilimitado optimismo tecnológico , uno queda impresionado por la integridad intelectual del autor .... Si usted esta interesado en la evolución de la tecnología en este siglo y sus consecuencias para los humanos que la están creando, este es sin duda un libro que debe leer " .

- JOHN WALKER, inventor de Autodesk, en Fourmilab Change Log

"Ray Kurzweil es la mejor persona que conozco para predecir el futuro de la inteligencia artificial. Su fascinante nuevo libro prevé un futuro en el que las tecnologías de la información han avanzado tan lejos y rápido que permiten a la humanidad trascender sus limitaciones biológicas -transformando nuestras vidas de maneras que todavía no se puede imaginar".

—BILL GATES

"Si alguna vez se ha preguntado acerca de la naturaleza y el impacto de las próximas profundas discontinuidades que cambiaran fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos , y percibimos nuestro mundo, lea este libro. La Singularidad de Kurzweil es un *tour de force*, que imagina lo inimaginable y explora elocuentemente los próximos acontecimientos disruptivos que alterarán nuestras perspectivas fundamentales tan significativamente como lo hicieron la electricidad y el ordenador " .

—DEAN KAMEN, físico e inventor de la primera bomba portátil insulina, la maquina portátil de diálisis HomeChoice, el sistema de movilidad IBOT y el Segway Human Transporter; ganador de la Medalla Nacional de Tecnología

"Uno de los principales profesionales de la IA, Ray Kurzweil, ha vuelto a crear un libro de lectura obligada para cualquier persona interesada en el futuro de la ciencia, el impacto social de la tecnología, y de hecho el futuro de nuestra especie. Sus libros, que hacen reflexionar, prevén un futuro en el que trascendamos nuestras limitaciones biológicas, al tiempo que hace una defensa convincente de que una civilización humana con capacidades sobrehumanas se encuentra más a mano que lo que la mayoría de la gente cree " .

—RAJ REDDY, director y fundador del Instituto de Robótica de la Universidad Carnegie Mellon; ganador del Premio Turing de la Association for Computing Machinery

"El optimista libro de Ray bien merece una lectura y una respuesta bien pensada . Para aquellos como yo, cuyas opiniones difieren de las de Ray sobre el saldo entre la promesa y el peligro, *La singularidad está cerca* es un claro llamamiento a un dialogo permanente para hacer frente a las mayores preocupaciones derivadas de estas posibilidades aceleradas".

—BILL JOY, cofundador y ex director cientifico, Sun Microsystems

RESUMEN (solapa frontal)

Al comienzo del siglo XXI, la humanidad se encuentra al borde del más transformador y emocionante período de su historia. Será una época en la que la naturaleza misma de lo que significa ser humano será desafiada y superada, cuando nuestra especie rompa las cadenas de su herencia genética y alcance alturas inconcebibles de inteligencia, progreso material y longevidad.

Durante más de tres décadas , el gran inventor y futurista Ray Kurzweil ha sido uno de los defensores mas respetados y provocadores sobre el papel de la tecnología en el futuro. En su apreciable *La era de las máquinas espirituales*, presentó el audaz argumento de que con el ritmo cada vez más acelerado de cambio tecnológico, las computadoras rivalizarían con la gama completa de la inteligencia humana en su máxima expresión. Ahora, en *La singularidad está cerca*, analiza el siguiente paso en este inexorable proceso evolutivo: la unión del hombre y la maquina, en la que el conocimiento y las habilidades incorporadas en nuestros cerebros se combinaran con la mucho mayor capacidad, velocidad e intercambio de conocimientos de nuestras propias creaciones.

La fusión es la esencia de la Singularidad, una época en la que nuestra inteligencia se volverá cada vez más no-biológica y billones de veces más potente que en la actualidad - el nacimiento de una nueva civilización que nos permitirá trascender las limitaciones biológicas y ampliar nuestra creatividad. En este nuevo mundo, no habrá una clara distinción entre el ser humano y la máquina, la realidad real y la realidad virtual. Vamos a ser capaces de asumir diferentes cuerpos y una gama de personalidades a voluntad. En términos prácticos, se invertirá el envejecimiento humano y las enfermedades, la contaminación se detendrá; el hambre y la pobreza se resolverán. La nanotecnología permitirá crear prácticamente cualquier producto físico con los procesos de información de bajo costo y en ultima instancia, tranformará incluso la muerte en un problema soluble.

Si bien las consecuencias sociales y filosóficas de estos cambios serán profundas, y las amenazas que plantean considerables, *La singularidad está cerca* mantiene una visión radicalmente optimista del curso futuro del desarrollo humano. Como tal, ofrece una visión de la era venidera que es a la vez una culminación dramática de los siglos de ingenio tecnológico y una visión realmente inspiradora de nuestro destino final.

SOBRE EL AUTOR (solapa trasera)

Ray Kurzweil es uno de los principales inventores, pensadores y futuristas del mundo, con un historial de veinte anos de predicciones precisas . Llamado "el genio inquieto" por The Wall Street Journal y “la máquina pensante definitiva" por la revista Forbes, Kurzweil fue seleccionado como uno de los principales empresarios de la revista Inc., que lo describio como "el heredero legitimo de Thomas Edison". PBS lo seleccionó como uno de los "dieciséis revolucionarios que hicieron los Estados Unidos", junto con otros inventores de los dos últimos siglos. Miembro del Salón de la Fama de Inventores Nacionales y ganador de la Medalla Nacional de Tecnología, Premio Lemelson-MIT (el premio más importante del mundo en cuanto a innovación), trece doctorados honorarios y premios de tres presidentes de EE.UU., es autor de cuatro libros: Fantastic Voyage: Live Long Enough to Live Forever (coescrito con Terry Grossman, MD), La era de las máquinas espirituales, el 10% de la solución para una vida saludable, y la era de las máquinas inteligentes.

La singularidad está cerca

TAMBIÉN DE RAY KURZWEIL

La era de las maquinas inteligentes
El 10% de la solución para una vida saludable
La era de las maquinas espirituales: Cuando las Maquinas Superan Inteligencia Humana
Viaje fantástico: vivir lo suficiente para vivir para siempre (con Terry Grossman, MD)

Para mi madre, Hannah,
que me dio el valor de buscar las ideas para hacer frente
a cualquier desafío.

CONTENIDO

Agradecimientos

Prólogo

El Poder de las Ideas

CAPITULO I

Las seis épocas

La visión lineal intuitiva versus la visión exponencial histórica

Las seis Épocas

Época Uno: Física y Química. Epoca Dos: Biología y ADN. Época Tres: Cerebro. Época Cuatro: Tecnología. Época Cinco: La fusión de la tecnología humana con la inteligencia humana. Época Seis: El Universo despierta.

La Singularidad Esta Cerca

CAPÍTULO II

Una teoría sobre la Evolución de la tecnología:

La Ley de los Rendimientos Acelerados

La naturaleza del Orden. El ciclo de vida de un paradigma. Diseños Fractales. Evolución Evolutiva.

El Curva en S descrita por el ciclo de vida de una tecnología

El ciclo de vida de una tecnología. De la piel de cabra a las descargas.

La ley de Moore y más allá

La ley de Moore: ¿una profecía auto-cumplida? El quinto paradigma. Las dimensiones fractales y el cerebro.

Secuenciación de ADN, memoria, comunicaciones, Internet y miniaturización

Información, Orden y Evolución: perspectivas desde los autómatas celulares de Wolfram y Fredkin. ¿Podemos evolucionar Inteligencia Artificial a partir de reglas simples?

La singularidad como imperativo económico

Obtenga Ochenta billones de dolares – Solamente por tiempo limitado. La deflación ... ¿algo malo?

CAPÍTULO III

Lograr la capacidad computacional del cerebro humano

El sexto paradigma de la Tecnología Informática:Computación Molecular Tridimensional y Nuevas Tecnologías Computacionales

El puente a la computación molecular 3-D. Los nanotubos son todavía la mejor opción. Computación con moléculas. Auto-ensamblaje. Emulando a la Biología. Computación con ADN.

Computación con spin. Computación con Luz. Computación cuántica.

La capacidad computacional del cerebro humano

Acelerar la disponibilidad de computación personal de nivel humano. Capacidad de la memoria humana .

Los límites de la Computación

Informatica reversible. Como Smart es una roca? Los limites de la nanocomputacion .

Fijar una fecha para la Singularidad. La memoria y la eficiencia computacional : A Rock Versus un cerebro humano. Mas alla de la ultima : Pico y Femtotechnology y doblar la velocidad de la luz . Yendo atras en el tiempo .

CAPÍTULO IV

Conseguir el software de la inteligencia humana : Cómo realizar ingeniería inversa del cerebro humano

La ingeniería inversa del cerebro: una visión general del problema

Nuevo de imagenes cerebrales y herramientas de modelado .

El software del cerebro . Analytic Versus Neuromorphic

Modelado del cerebro .

.Que tan complejo es el cerebro ? Modelar el cerebro.

Pelando la cebolla .

¿Es el cerebro humano diferente a un ordenador?

Los circuitos cerebrales son muy lentos .

Pero es masivamente paralelo .

El cerebro combina fenomenos analogicos y digitales .

El cerebro reconecta Misma.

La mayor parte de los detalles en el cerebro son aleatorios.

El cerebro utiliza las propiedades emergentes .

El cerebro es imperfecto .

Nos contradecirnos .

El cerebro utiliza Evolution.

Los patrones son importantes .

El cerebro es holografico .

El cerebro esta profundamente conectada .

El cerebro tiene una arquitectura de Regiones.

El diseno de una region del cerebro es mas simple que el diseno de un Neuron.

Tratar de entender nuestro propio pensamiento: el ritmo acelerado de Investigacion.

Mirando en el cerebro
Nuevas herramientas para la exploracion del cerebro.
Optimizacion de la resolucion .
Digitalizacion con nanobots .
Modelos de construccion del cerebro Modelos subneural : sinapsis y espinas .
Modelos neurona. Las neuronas electronicas . Plasticidad Cerebral .
Regiones de modelado del cerebro. Un modelo neuromorfica : el cerebelo .
Otro Ejemplo : Vatios de Modelo de las regiones auditivas .
El sistema visual .
Obras en Ejecucion :
Un hipocampo artificial y una zona Olivo cerebellar Artificial .
La comprension de nivel superior
Funciones: Imitacion, Prediccion y Emocion .
Interfaz Cerebro y Maquinas
El ritmo acelerado de la ingenieria inversa del cerebro
La escalabilidad de la inteligencia humana .
Carga del Cerebro Humano

CAPÍTULO V

GNR : Tres revoluciones superpuestas

Genetica: La interseccion de la Informacion y Biologia
Computadora de la vida . Baby Boomers diseno .
.Podemos realmente vivir para siempre ? ARN i (ARN de interferencia) .
Terapias de Celula .
Gene Chips . T
erapia genica somatica .
Reversion de la Enfermedad degenerativa .
Lucha contra la enfermedad cardiaca .
La superacion del cancer .
Revertir el envejecimiento .
Las mutaciones del ADN .
Las celulas toxicas .
Las mutaciones mitocondriales .
Los agregados intracelulares.
Los agregados extracelulares .

Perdida de celulas y la Atrofia .

Clonacion humana : La aplicacion menos interesante de la tecnologia de clonacion.

.Por que es importante la clonacion ?

Preservar las especies en peligro de extincion y restauracion de seres extintos .

La clonacion terapeutica . Human Engineering de celulas somaticas .

Resolucion de hambre en el mundo .

Clonacion Humana Revisited .

Nanotecnologia: La interseccion de la Informacion y el Mundo Fisico 155

El ensamblador Biologica.

Actualizacion del nucleo celular con un nanocomputadora y Nanobot .

Los dedos gordos y pegajosos.

El debate se calienta .

Tempranos . Alimentacion de la Singularidad. Las aplicaciones de la nanotecnologia

para el medio ambiente. Nanobots en el torrente sanguineo.

Robotica : AI Strong

Fugitivo AI . El invierno AI . Kit de herramientas de AI . Sistemas Expertos . Las

redes bayesianas . Modelos de Markov . Redes Neuronales. Los algoritmos geneticos

(GAs) . Busqueda recursiva . Deep Fritz Empates : estan con los seres humanos mas

inteligentes , o esta recibiendo computadoras mas estupido ? La ventaja de

Specialized -Hardware . Deep Fritz azul Versus profundo . Las ganancias de software

importantes . Estan condenados jugadores de ajedrez humanos? Combinacion de

metodos . A Sampler AI estrecho . Militares y de inteligencia . Exploracion Espacial .

Medicine. Ciencias y Matematicas. Negocios , Finanzas y Manufactura . Manufactura

y Robotica . Habla y Lenguaje . Entretenimiento y deportes . AI fuerte .

CAPÍTULO VI

El impacto . . .

Toda una gama de impactos .

. . . en el cuerpo humano

Una nueva forma de comer .

Redisenar el sistema digestivo .

Programable . Sangre .

Tenga un corazon , o no .

Entonces, .que nos queda?

Redisenar el cerebro humano .

Nos estamos convirtiendo en ciborgs .

Version 3.0 del cuerpo humano .

. . . en el Cerebro Humano

El escenario de 2010 .

El escenario de 2030 .

Convertirse en otra persona . Beamers

experiencia . Amplie sus Mente.

. . . en la longevidad humana

La transformacion a la experiencia no biologica .

La longevidad de la Informacion.

. . . sobre la guerra : la distancia , robotica , robusta , tamano reducido,

Paradigma

Virtual Reality -

El polvo inteligente .

Nanoarmas .

Armas inteligentes.

VR .

. . . en el aprendizaje 225

. . . sobre el trabajo

Propiedad Intelectual.

Descentralizacion .

. . . en juego

. . . en el destino inteligente del Cosmos : .Por que es probable que estemos solos en

el Universo

La Ecuacion de Drake. Los limites de la Computacion Revisited . Mas grande o mas

pequeno. Ampliacion Mas alla del sistema solar . La velocidad de la luz Revisited .

Los agujeros de gusano . Cambio de la velocidad de la luz . La Paradoja de Fermi

Revisited . El Principio Antropico Revisited . El Multiverso. La evolucion de

universos . Inteligencia como el Destino del Universo. La funcion de utilidad final .

La radiacion de Hawking . .Por que la inteligencia es mas poderosa que la fisica . Un

ordenador Universo -Scale .

El holografica

Universo.

CAPÍTULO VII

Aun Humano? La enojosa cuestion de la Conciencia

.Quien soy yo ? .Que soy yo?

La singularidad como Trascendencia

CAPÍTULO VIII

La promesa profundamente entrelazados y los peligros de GNR Entrelazado

Beneficios. . .

. . . y peligros

Toda una gama de riesgos existenciales

El principio de precaucion .

Cuanto menor sea la interaccion , mayor sera el potencial explosivo .

Nuestra simulacion esta apagado .

Accidente del Partido. GNR : el enfoque adecuado de la Promesa Versus Peril .

La inevitabilidad de un futuro transformado .

Renuncia totalitario .

Preparacion de las defensas

Al fuerte .

Volviendo al pasado? La idea de la renuncia

Renuncia amplia .

Renuncia fino. Tratar con abuso .

La amenaza de El fundamentalismo .

Humanismo fundamentalista .
Desarrollo de tecnologias defensivas y el impacto de la regulacion
Proteccion contra "Desagradable " AI fuerte .
Descentralizacion . Distributed Energy .
Libertades civiles en una Edad de la guerra asimetrica.
Un programa para GNR Defensa

CAPÍTULO NUEVE

Respuesta a los críticos

Una panoplia de criticas a
La Critica de la incredulidad
La critica de Malthus
Las tendencias exponenciales no duran para siempre .
Un limite Practicamente ilimitado .
La Critica de Software
La estabilidad del software .
Respuesta Software.
Software Precio -Performance .
Productividad de desarrollo de software .
Complejidad del Software.
Acelerar Algoritmos .
La ultima fuente de Algoritmos inteligentes .
La Critica de procesamiento analogico
La Critica de la Complejidad de procesamiento neural
La complejidad del cerebro .
El dualismo inherente de un ordenador .
Niveles y bucles.
La Critica de microtubulos y Quantum Computing
La Critica de la Tesis de Church-Turing
La critica de las tasas de fracaso 305 La Critica de " Lock -In"
La critica de la ontologia : .Puede un ordenador ser conscientes ?
Habitacion china de Kurzweil .
La Critica de la brecha entre ricos y pobres
La Critica de la probabilidad de Gobierno Reglamento
La lentitud insoportable de Instituciones Sociales . La critica del teismo
La critica del holismo

Epílogo

Como Singular ? Centralidad Humanos.

Recursos e Informacion de contacto Apendice : La ley de retornos acelerados

Revisited

Notas

Indice [omitido]

Agradecimientos

Me gustaría expresar mi profundo agradecimiento a mi madre, Hannah, y mi padre, Fredric, para soportar todas mis primeras ideas e inventos sin lugar a dudas, lo que me dio la libertad para experimentar, para mi hermana Enid por su inspiracion, y para mi esposa, Sonia, y mis hijos, Ethan y Amy , que dan vida sentido, el amor y la motivacion.

Me gustaria dar las gracias a las muchas personas con talento y devoto que me
ayudaron con este complejo proyecto:

En Viking: mi editor, Rick Kot, que proporciono el liderazgo , entusiasmo, y la edicion perspicaz; Clare Ferraro, que proporciono un fuerte apoyo como editor; Timoteo Mennel, que proporciona correccion de estilo de expertos; Bruce Giffords y John Jusino, de la coordinacion de los muchos detalles de la produccion de libros , Amy Hill, para el diseno de texto interior ; acebo Watson, por su labor de difusion eficaz; Alessandra . Lusardi , quien habilmente asistido Rick Kot, Paul Buckley, por su diseno de arte claro y elegante, y Herb Thomby , quien diseno la portada atractiva.

Loretta Barrett , mi agente literaria , cuya guia entusiasta y astuto ayudado a guiar este proyecto.

Terry Grossman , MD, mi colaborador salud y coautor del viaje fantastico: Vivir lo suficiente vivir para siempre , por ayudarme a desarrollar mis ideas sobre la salud y la biotecnologia a traves de 10.000 correos electronicos de ida y vuelta , y una colaboracion multifacetica.

Martine Rothblatt , por su dedicacion a todas las tecnologias analizadas en este libro y por nuestra colaboracion en el desarrollo de diversas tecnologias en estas areas.

Aaron Kleiner , mi socio de negocios a largo plazo (desde 1973) , por su dedicacion y colaboracion a traves de muchos proyectos , incluido este.

Amara Angelica , cuyo fiel y profundo esfuerzo llevado a nuestro equipo de investigacion. Amara tambien uso sus habilidades de edicion en circulacion para que me ayude en la articulacion de las cuestiones complejas en este libro. Kathryn Myronuk , cuyos esfuerzos de investigacion dedicados hecho una importante contribucion a la investigacion y las notas. Sarah Negro contribuyo habilidades editoriales investigacion exigente y . Mi equipo de investigacion proporciono asistencia muy capaz : Amara Angelica , Kathryn Myronuk , Sarah Negro , Daniel
Pentlarge, Emily Brown, Celia Negro -Brooks , Nanda Barker- Hook,

Sarah Brangan,
Robert Bradbury , John Tillinghast , Elizabeth Collins, Bruce Darner , Jim Rintoul ,
Sue Rintoul , Larry Klaes y Chris Wright. Asistencia adicional fue proporcionada por
Liz Berry, Sarah Brangan , Rosemary Drinka , Linda Katz , Lisa Kirschner, Inna
Nirenberg , Christopher Setzer , Joan Walsh y Beverly Zibrak .

Laksman Frank , quien creo muchos de los atractivos diagramas e imagenes de mis descripciones y formato de los graficos.

Celia Negro -Brooks , para proporcionar su liderazgo en el desarrollo de proyectos y comunicaciones.

Phil y Ted Cohen Coyle, para implementar mis ideas para la ilustracion de la pagina 322 , y Helene DeLillo , para la " singularidad esta cerca " foto al principio del capitulo 7 .

Nanda Barker- Hook, Emily Brown y Sarah Brangan , quien ayudo a dirigir las amplias logistica de la investigacion y los procesos editoriales .

Ken Linde y Matt Bridges, quien proporciono sistemas de apoyo informatico para mantener nuestro flujo de trabajo intrincado avanza sin problemas .

Denise Scutellaro , Joan Walsh, Maria Ellis, y Bob Beal, para hacer la contabilidad en este proyecto complicado.

El equipo KurzweilAI.net , que proporciono apoyo sustancial de investigacion para el proyecto : Aaron Kleiner, Amara Angelica , Bob Beal , Celia Negro -Brooks , Daniel Pentlarge , Denise Scutellaro , Emily Brown , Joan Walsh , Ken Linde, Laksman Frank, Maria Ellis, Matt Bridges, Nanda Barker- Hook, Sarah Negro y Sarah Brangan.

Marcos Bizzell , Deborah Lieberman , Kirsten Clausen y Dea Eldorado, por su ayuda en la comunicacion del mensaje de este libro.

Robert A. Freitas Jr. , para su examen a fondo de la materia relacionada con la
nanotecnologia . Paul Linsay , para su examen a fondo de las matematicas en este libro.

Mis lectores expertos colegas que proporcionaron el servicio invaluable de revisar cuidadosamente el contenido cientifico : Robert A. Freitas Jr. (nanotecnologia , cosmologia) , Ralph Merkle (nanotecnologia) , Martine Rothblatt (biotecnologia , la tecnologia de aceleracion) , Terry Grossman (la salud , la medicina, biotecnologia) , Tomaso Poggio (la ciencia del cerebro y el cerebro de ingenieria inversa), John Parmentola (la fisica, la tecnologia militar) , Dean Kamen (desarrollo tecnologico), Neil Gershenfeld

(tecnologia informatica , la fisica , la mecanica cuantica) , Joel Gershenfeld (ingenieria de sistemas) , Hans Moravec (artificial inteligencia, robotica) , Max More (aceleracion tecnologia, la filosofia) , Jean-Jacques E. Slotine (cerebro y ciencias cognitivas) , Sherry Turkle (impacto social de la tecnologia) , Seth Shostak (SETI , cosmologia , astronomia) , Damien Broderick (tecnologia aceleracion, la Singularidad) , y Harry George (espiritu empresarial de tecnologia) .

Mis lectores internos capaces : Amara Angelica , Sarah Negro , Kathryn Myronuk , Nanda Barker- Hook, Emily Brown , Celia Negro -Brooks , Aaron Kleiner , Ken Linde , John Chalupa , y Paul Albrecht .

Mi hijo , Ethan Kurzweil , y David Dalrymple : mis lectores , que proporcionaron una amplia vision laica .

Bill Gates, Eric Drexler, y Marvin Minsky , quien le dio permiso para incluir los dialogos en el libro, y por sus ideas , que fueron incorporados en los dialogos.

Los muchos cientificos y pensadores cuyas ideas y esfuerzos estan contribuyendo a nuestra expansion exponencial base de conocimiento humano.

Las personas antes mencionadas proporcionan muchas ideas y correcciones que pude hacer gracias a sus esfuerzos. Para los errores que quedan, me tomo exclusiva responsabilidad.

PROLOGO

El Poder de las Ideas

> No creo que haya ninguna otra emoción que atraviese el corazón humano como el que siente un inventor cuando ve como una creación de su cerebro se desarrolla con éxito.
>
> - NIKOLA TESLA, 1896, INVENTOR DE LA CORRIENTE ALTERNA

A la edad de cinco anos se me ocurrió que iba a ser inventor. Tuve la idea de que los inventos podían cambiar el mundo. Cuando otros niños se preguntaban en voz alta lo que querían ser, yo me vanagloriaba de que ya lo sabía. El cohete lunar que construí por aquel entonces (casi una década antes del desafío que el presidente Kennedy planteó a la nación) no funcionó. Pero cuando cumplí los ocho años, mis inventos se hicieron un poco más realistas, como un teatro robótico con engranajes mecánicos que podían mover el decorado y los personajes dentro y fuera de escena, y juegos de béisbol virtuales.

Tras huir del Holocausto, mis padres, ambos artistas, querían para mí una educación religiosa más mundana, menos provinciana[i]. Mi educación espiritual, por lo tanto, se llevo a cabo en una iglesia unitaria. Nos pasábamos seis meses estudiando una religión – acudíamos a sus servicios, leíamos sus libros, conversábamos con sus lideres - y luego pasábamos a la siguiente. La idea era la de "muchos caminos hacia la verdad." Observé, por supuesto, muchos paralelismos entre las tradiciones religiosas del mundo, pero incluso las inconsistencias fueron esclarecedores. Quedo claro para mí que las verdades básicas eran lo suficientemente profundas como para transcender las contradicciones aparentes.

A la edad de ocho anos, descubrí la serie de libros de Tom Swift Jr. La trama de todos los treinta y tres libros (solo nueve de los cuales se habían publicado cuando empecé a leerlos en 1956) era siempre la misma: Tom se metía en un terrible apuro, en el que su destino y el de sus amigos, y muchas veces del resto de la raza humana, pendía de un hilo. Tom se retiraba a su laboratorio en el sótano y pensaba en como resolver el problema. Esta era, pues, la tensión dramática en cada libro de la serie: ¿Qué ingeniosa idea tendrían Tom y sus amigos para salvar la situación?[ii] La moraleja de estos cuentos era sencilla: la idea correcta tenía el poder de superar un desafío aparentemente abrumador.

A día de hoy, sigo convencido de esta filosofía básica: no importa cuáles sean las dificultades a las que nos enfrentemos -problemas de negocios, problemas de salud, dificultades en las relaciones, así como los grandes retos científicos, sociales y culturales de nuestro tiempo- simpre hay una idea que nos permite superarlas. Además, podemos encontrar esa idea. Y cuando la encontremos, tenemos que ponerla en practica. Mi vida ha sido moldeada por este imperativo. El poder de una idea, esto es en si mismo una idea.

Por la misma época en que estaba leyendo la serie de Tom Swift Jr., recuerdo a mi abuelo, que también había huido de Europa con mi madre, al volver de su primer viaje de regreso a Europa con dos recuerdos clave. Uno de ellos fue el trato amable que recibió de los austriacos y los alemanes, los mismos que lo habían obligado a huir en 1938. El otro era una rara oportunidad que le habían dado para tocar con sus propias manos algunos manuscritos originales de Leonardo da Vinci. Ambos recuerdos me han influido, pero este último es uno al que he regresado muchas veces. Describió la experiencia con reverencia, como si hubiera tocado la obra del mismo Dios. Esta, pues,

fue la religión con la que me crié: veneración por la creatividad humana y el poder de las ideas .

En 1960, a la edad de doce anos, descubrí el ordenador y me fascinó su capacidad para modelizar y recrear el mundo. Solía pasar el rato en las tiendas (¡que todavía están allí!) de excedentes electrónicos de la calle Canal en Manhattan y juntaba piezas para construir mis propios ordenadores. Durante la década de 1960, estaba tan absorto en los movimientos musicales, culturales y políticos contemporáneos como el resto de mi generación, pero también me involucré en una moda mucho mas oscura: la notable secuencia de maquinas que IBM presentó en esa década, desde su grandes series "7000" (7070, 7074, 7090, 7094) hasta su pequeño 1620, sin duda el primer "miniordenador". Las máquinas salían anualmente al mercado, y cada una era más barato y mas potente que la anterior, un fenómeno que hoy nos es familiar. Así fue como tuve acceso a un IBM 1620 y comencé a escribir programas de análisis estadístico y, posteriormente, de composición musical.

Todavía recuerdo cuando en 1968 me dejaron entrar en la cavernosa cámara de seguridad que albergaba lo que entonces era el equipo mas poderoso de Nueva Inglaterra, un puntero IBM 360 modelo 91, con una notable memoria central de un millón de bytes (un megabyte), una impresionante velocidad de un millón de instrucciones por segundo (un MIPS), y un alquiler de sólo mil dolares por hora. Había desarrollado un programa informático para asignar universidades a estudiantes de secundaria, y observé con fascinación cómo las luces del panel frontal bailaban siguiendo un patrón distintivo mientras la maquina procesaba las solicitudes de cada estudiante[iii]. A pesar de que estaba muy familiarizado con las líneas de código, parecía como si el ordenador estuviera profundamente concentrado cuando las luces se apagaban durante los segundos que tardaba en resolverse cada ciclo. De hecho, podía hacer sin problemas en diez segundos lo que nos llevaba diez horas hacer manualmente con mucha menos precisión.

Como inventor en la década de los setenta, me di cuenta de que mis inventos tenían que ser coherentes con respecto a las tecnologías y fuerzas del mercado que vayan a existir en el momento en que se implanten, ya que el mundo sería muy distinto de aquel en el que fueron concebidos. Comencé a desarrollar modelos de cómo se desarrollaban tecnologías diferentes (sistemas electrónicos, comunicaciones, procesadores, memoria y almacenamiento magnético, entre otras) y de cómo estos cambios se propagaban en los mercados y finalmente en nuestras instituciones sociales. Me di cuenta de que la mayoría de los inventos fracasaban no porque el departamento de I+D no pudiera hacerlos funcionar, sino por una mala gestión del momento (inventar se parece mucho a hacer surf: tienes que anticiparte y coger la ola en el momento justo).

Mi interés por las tendencias tecnológicas y sus implicaciones tomo vida propia en los ochenta , y comencé a utilizar mis modelos para proyectar y anticipar tecnologías futuras, innovaciones que aparecerían en el año 2000, 2010, 2020 y mas allá. Esto me permitió la concepción y diseño de inventos que utilizaban esas capacidades futuras. A mediados de los ochenta, escribí mi primer libro, *La era de las máquinas inteligentes*[iv]. El libro incluía extensas (y razonablemente exactas) predicciones para los años noventa y dos mil, y concluía con la predicción de que en la primera mitad del siglo XXI la inteligencia de los ordenadores sería indistinguible de la de sus progenitores humanos. Parecía una conclusión pueril, y en cualquier caso a mí personalmente le resultaba difícil ver mas allá de un resultado tan revolucionario.

Durante los últimos veinte anos, he llegado a darme cuenta de una importante metaidea: el poder mismo de las ideas para transformar el mundo se está acelerando. Aunque la gente no tiene inconveniente en aceptar esta observación, solo unos pocos aprecian sus profundas impliaciones. Esto significa que durante las próximas décadas vamos a tener la oportunidad de aplicar ideas para vencer los problemas asociados al envejecimiento (y de crear al mismo tiempo algunos problemas nuevos).

Durante la década de los noventa reuní datos empíricos sobre la aparente aceleración de

todas las tecnologías relacionadas con la información y los usé para refinar los modelos matemáticos que subyacen a estas observaciones. Así fue como desarrollé una teoría a la que llamo ley de los rendimientos acelerados, que explica por qué la tecnología y los procesos evolutivos en general de una progresan de una forma exponencial.

En *La era de las maquinas espirituales* (ASM)[v], que escribí en 1998, traté de describir cómo sería la naturaleza de la vida humana una vez superado el punto en que la máquina y la cognición humana se conviertan en una misma cosa. De hecho, veo nuestra época como una colaboración cada vez mas estrecha entre nuestro patrimonio biológico y un futuro que trasciende la biología.

Después de la publicación de ASM, comencé a reflexionar sobre el futuro de nuestra civilización y su relación con nuestro lugar en el universo. Aunque pueda parecer difícil prever las capacidades de una civilización futura cuya inteligencia supere ampliamente la nuestra, nuestra habilidad de crear modelos de la realidad en nuestra mente nos permite articular una visión coherente sobre las implicaciones de esta inminente fusión de nuestro pensamiento biológico con la inteligencia no biológica que estamos creando. Esta es la historia que quiero contar en este libro. La historia se basa en la idea de que tenemos la capacidad de comprender nuestra propia inteligencia (de acceder a nuestro propio código fuente, si se prefiere) y luego revisarla y expandirla.

Hay quien duda si seremos capaces de utilizar nuestro propio pensamiento para entender nuestro propio pensamiento. El investigador en inteligencia artificial Douglas Hofstadter opina que "podría ser simplemente un accidente del destino que nuestros cerebros sean demasiado débiles para comprenderse a si mismos. Piénsese, por ejemplo, en la humilde jirafa, cuyo cerebro está obviamente muy por debajo del nivel necesario para la autoconsciencia y, sin embargo, es muy similar al nuestro".[vi] Sin embargo, ya hemos conseguido modelar una parte de nuestras neuronas cerebrales y regiones neuronales importantes y la complejidad de estos modelos está aumentando rápidamente. Nuestros progresos en la ingeniería inversa del cerebro humano, un tema clave que voy a describir en detalle en este libro, demuestra que sí tenemos la capacidad de comprender, modelar y extender nuestra propia inteligencia. He aquí un aspecto del carácter único de nuestra especie: nuestra inteligencia está justo por encima del umbral critico necesario para que podamos escalar nuestra propias capacidades creativas hasta alturas ilimitadas, y tenemos el apéndice oponible (los pulgares) necesario para manipular el universo nuestra voluntad.

Una palabra sobre la magia: cuando leía los libros de Tom Swift Jr., también era un ferviente mago. Me gustaba deleitar a mi audiencia haciéndole experimentar transformaciones de la realidad aparentemente imposibles. En mi adolescencia , sustituí mi magia de salón con proyectos tecnológicos. Descubrí que, a diferencia de los meros trucos, la tecnología no pierde su poder de transcendencia cuando se revela sus secretos. A menudo recuerdo la tercera ley de Arthur C. Clarke, que dice que "cualquier tecnología suficientemente avanzada es indistinguible de la magia".

Considérense las historias de Harry Potter de J.K. Rowling desde esta perspectiva. Estos cuentos pueden ser imaginario, pero no son visiones irracionales de nuestro mundo, ya que existirán en solo unas pocas décadas. Esencialmente todos la "magia" de Potter se conseguirá mediante las tecnologías que voy a explorar en este libro. Jugar al quidditch y transformar a las personas y objetos en otras cosas será factible tanto en entornos de realidad virtual de inmersión completa, como en la propia realidad, utilizando dispositivos a nanoescala . Mas dudoso es que se pueda invertir el tiempo (como se describe en Harry Potter y el prisionero de Azkaban), aunque hay propuestas serias que plantean llevar a cabo algo parecido (sin dar lugar a paradojas causales), al menos en lo que respecta a bits de información, que es esencialmente de lo que estamos formados. (Véase la discusión en el capitulo 3 sobre los limites últimos de la computación).

Tengamos en cuenta que Harry realiza su magia pronunciando el conjuro adecuado. Por supuesto descubrir y utilizar estos conjuros no es sencillo. Harry y sus compañeros necesitan dominar la secuencia, los procedimientos y el énfasis exactamente correctos. Ese es el mismo

proceso que experimentamos con nuestra tecnología. Nuestros conjuros son las fórmulas y los algoritmos subyacentes a nuestra magia moderna. Con la secuencia correcta podemos hacer que un ordenador lea un libro en voz alta, entienda el habla humana, anticipe (y evite) un ataque al corazón , o prediga el movimiento de una acción en el mercado de valores. Si nos desviamos un poco en el conjuro la magia se debilita en gran medida o no funciona en absoluto.

Se podría objetar a esta metáfora que los conjuros del Colegio Hogwarts son cortos y por lo tanto no contienen mucha información en comparación con, por ejemplo, el código de un programa de software moderno. Pero los métodos esenciales de la tecnología moderna comparten generalmente la misma brevedad. Los principios de funcionamiento de los avances de software, tales como el reconocimiento de voz, se pueden escribir en unas pocas paginas de fórmulas. A menudo, un avance fundamental se produce mediante un pequeño cambio en una sola formula.

La misma observación es valida para los "inventos" de la evolución biológica: Téngase en cuenta que la diferencia genética entre los chimpancés y los seres humanos, por ejemplo, es de solo unos pocos cientos de miles de bytes de información. Aunque los chimpancés son capaces de algunas proezas intelectuales, esa pequeña diferencia en nuestros genes es suficiente para que nuestra especie haya creado la magia de la tecnología.

Muriel Rukeyser dice que "el universo esta hecho de historias, no de átomos". En el capítulo 7, me describo a mi mismo como "patronista" alguien que entiende que la realidad fundamental consiste en patrones de información. Un ejemplo, las partículas que componen el cerebro y el cuerpo cambian en cuestión de semanas, pero existe una continuidad en los patrones que producen estas partículas. Una historia puede ser considerada como un patrón de la información significativa, por lo que se puede interpretar el aforismo de Muriel Rukeyser desde esta perspectiva. Este libro es, pues, la historia del destino de la civilización hombre-máquina, un destino al que hemos llegado a referirnos como la Singularidad.

CAPITULO PRIMERO

Las seis épocas

> Todo el mundo toma los limites de su propia visión como los límites del mundo.
> - ARTHUR SCHOPENHAUER

No estoy seguro de cuándo tomé consciencia por primera vez de la Singularidad. Tendría que decir que fue un despertar progresivo. En el casi medio siglo que llevo inmerso en las tecnologías de la computación y sus afines he tratado de comprender el significado y propósito de la continua agitación de que he sido testigo en muchos niveles. Poco a poco, me he dado cuenta de un acontecimiento transformador que se avecina en la primera mitad del siglo XXI. Al igual que un agujero negro en el espacio altera dramáticamente los patrones de la materia y la energía acelerándolos hacia su horizonte de sucesos, esta inminente Singularidad en nuestro futuro esta transformando paulatinamente todas las instituciones y aspectos de la vida humana, desde la sexualidad hasta la espiritualidad.

Pero ¿qué es la Singularidad? Es un periodo futuro en el que el ritmo de cambio tecnológico sera tan rápido y su impacto tan profundo que la vida humana será transformara irreversiblemente. Aunque ni utópica ni distópica, esta época va a transformar los conceptos en los que nos apoyamos para dar sentido a nuestras vidas, desde nuestros modelos de negocio hasta el ciclo de la vida humana (incluida la propia muerte). Comprender la singularidad va a alterar nuestra perspectiva sobre la importancia de nuestro pasado y las consecuencias para nuestro futuro, ya que su comprensión cambia inherentemente la visión que uno tiene de la vida en general y de su propia vida en particular. A las personas que han entendido la Singularidad y que han reflexionado sobre sus implicaciones para su propia vida yo les llamo “singularistas"[vii].

Puedo entender por qué muchos analistas no abrazan fácilmente las implicaciones obvias de lo que he llamado la ley de los rendimientos acelerados (la aceleracion inherente al ritmo de la evolución, donde la evolución tecnológica es una continuación de la evolución biológica). Después de todo, a mí me llevó cuarenta años el poder ver lo que estaba justo en frente de mí, y todavía no puedo decir que esté totalmente a gusto con todas sus consecuencias.

La idea fundamental que subyace a la inminente Singularidad es que el ritmo de cambio de la tecnología creada por el hombre se esta acelerando y que sus capacidades están creciendo a un ritmo exponencial. El crecimiento exponencial es engañoso. Empieza casi imperceptiblemente y luego (si no se tiene cuidado de seguir su trayectoria) explota con una furia inesperada. (Véase el gráfico "El crecimiento lineal frente al crecimiento exponencial " en la p.10)

Considérese esta parábola: el propietario de un lago quiere quedarse en casa para ocuparse de los peces y asegurarse de que el lago no se cubra con hojas de nenúfar, que se dice que duplican su numero cada pocos días. Mes tras mes, espera pacientemente, sin embargo, solo se pueden discernir pequeños trozos de nenúfar, que no parecen estar expandiéndose de forma notable. Con tan solo el 1% de la superficie del lago cubierta por nenúfares, el propietario considera que es seguro tomarse unas vacaciones y se va con su familia. Cuando regresa un par de semanas más tarde, se sorprende al descubrir que todo el lago está cubierto por nenúfares y los peces han muerto. Al duplicar su numero cada pocos días, las siete últimas veces fueron suficientes para para cubrir todo el lago. (Siete duplicaciones extendieron su alcance 128 veces.) Esta es la naturaleza del crecimiento exponencial.

Consideremos el caso de Gary Kasparov, que en 1992 menospreció el patético nivel del ajedrez por computadora. Sin embargo, la duplicación implacable de la potencia de los ordenadores cada ano permitió a un de ellos para derrotarlo tan solo cinco anos después.[viii]

La lista de formas en que los ordenadores ya superan las capacidades humanas crece

rápidamente. Además, las reducidas aplicaciones que una vez tuvo la inteligencia de los ordenadores están aumentando poco a poco en un tipo de actividad tras otra. Por ejemplo, las computadoras están diagnosticando electrocardiogramas e imágenes medicas, pilotan y aterrizan aviones, controlan las decisiones tácticas de armas automatizadas, toman decisiones financieras y de concesión de créditos, y están asumiendo la responsabilidad de muchas otras tareas que antes requerían de la inteligencia humana.

El rendimiento de estos sistemas se basa cada vez más en la integración de múltiples tipos de inteligencia artificial (IA), pero mientras la IA muestre una deficiencia en cualquier área de actividad, los escépticos considerarán esa área como un bastión inherente de la permanente superioridad humana sobre las capacidades de nuestras propias creaciones.

Este libro defiende, sin embargo, que dentro de varias décadas las tecnologías basadas en la información abarcarán todo el conocimiento y habilidad humano, incluyendo la facultad de reconocimiento de patrones, las habilidades para resolver problemas, y la inteligencia emocional y moral del propio cerebro humano.

Aunque impresionante en muchos aspectos , el cerebro sufre de graves limitaciones. Utilizamos su paralelismo masivo (cien billones de conexiones interneuronales que operan simultáneamente) para reconocer rápidamente sutiles patrones, pero nuestro pensamiento es extremadamente lento: las operaciones neuronales básicas son varios millones de veces más lentas que los circuitos electrónicos actuales. Eso hace que nuestro ancho de banda fisiológico para el procesamiento de nueva información sea muy limitada en comparación con el crecimiento exponencial del conjunto del conocimiento humano.

Nuestros organismos biológicos versión 1.0 son igualmente frágiles y sujetos a una gran variedad de modos de fallo, por no hablar de los complicados rituales de mantenimiento que requieren. Mientras que la inteligencia humana es a veces capaz de elevarse en su creatividad y expresividad, gran parte del pensamiento humano es poco original, nimio y restringido.

La Singularidad nos permitirá trascender las limitaciones de nuestros cuerpos y cerebros biológicos . Aumentaremos el control sobre nuestros destinos. Nuestra mortalidad estará en nuestras manos. Vamos a ser capaces de vivir tanto tiempo como queramos (que es algo diferente a decir que viviremos para siempre). Vamos a entender completamente el pensamiento humano y expandiremos y aumentaremos enormemente su alcance. A finales de este siglo, la parte no biológica de nuestra inteligencia será billones de billones de veces mas potente que la inteligencia humana producto de la biología.

Ahora estamos en las primeras etapas de esta transición. La aceleración del cambio de paradigma (la velocidad a la que cambiamos nuestros enfoques técnicos fundamentales), así como el crecimiento exponencial de la capacidad de las tecnologías de la información están empezando a llegar a la " rodilla de la curva ", que es la etapa en la que una tendencia exponencial se vuelve perceptible. Poco después de esta etapa, la tendencia se convierte rápidamente en explosiva. Antes de mediados de este siglo, la tasa de crecimiento de nuestra tecnología, que será indistinguible de nosotros mismos, será tan pronunciada que parecerá esencialmente vertical. Desde un punto de vista estrictamente matemático, las tasas de crecimiento seguirán siendo finitas, pero tan extremas que los cambios que conllevan parecerán romper con la estructura de la historia humana. Ese, al menos, será el punto de vista de la humanidad biológica no mejorada.

La Singularidad representará la culminación de la fusión entre nuestra existencia y pensamiento biológico con nuestra tecnología, dando lugar a un mundo que seguirá siendo humano, pero que trascenderá nuestras raíces biológicas. En la post-Singularidad no habrá distinción, entre el ser humano y la maquina, o entre la realidad física y virtual. Si se pregunta sobre lo que seguirá siendo inequívocamente humano en un mundo así, es simplemente esta cualidad: la nuestra es la especie que busca inherentemente extender su alcance físico y mental mas allá de las limitaciones actuales.

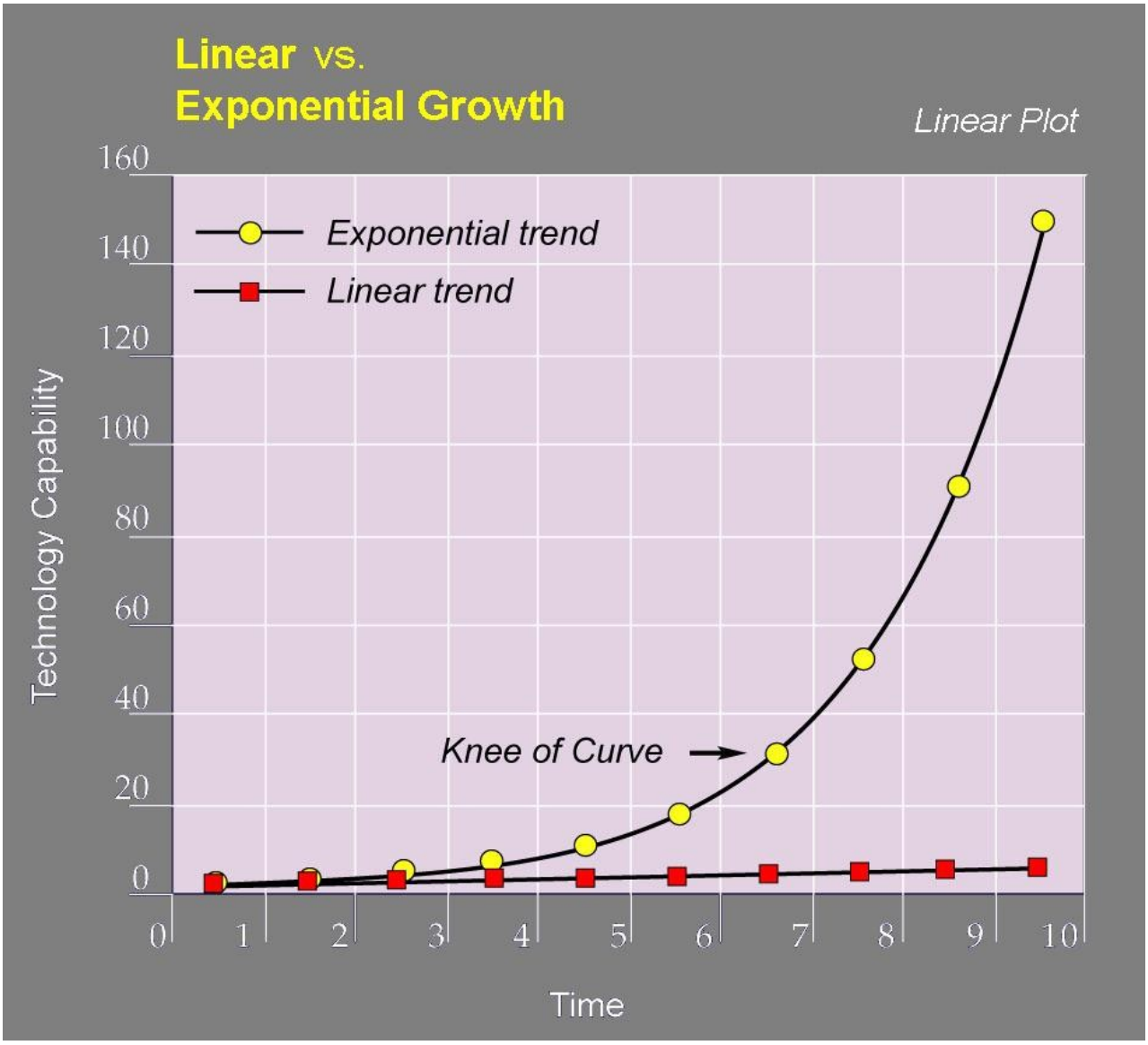
Muchos comentaristas de estos cambios se centran en lo que perciben como una pérdida de algún aspecto vital de nuestra humanidad derivado de esta transición. Esta perspectiva se debe, sin embargo, a una mala interpretación de en que se convertirá nuestra tecnología. Todas las maquinas

que hemos conocido hasta la fecha carecen de la sutileza esencial de las cualidades biológicas humanas. A pesar de que la Singularidad tiene muchas caras, la implicación mas importante es esta: nuestra tecnología alcanzará y luego superará enormemente la finura y suavidad de lo que consideramos como el mejor de los rasgos humanos.

La visión lineal intuitiva frente a la visión exponencial histórica

> Cuando se cree la primera inteligencia transhumana y se lance a automejorarse recursivamente, es probable que se produzca una discontinuidad fundamental cuyas características no puedo ni siquiera empezar a predecir.
>
> - MICHAEL ANISSIMOV

En la década de 1950 el legendario teórico la información John von Neumann declaró que "la aceleración continua del desarrollo tecnológico [...] da la impresión de acercarse a alguna singularidad esencial en la historia de la raza humana más allá del cual los asuntos humanos no podrán seguir siendo tal y como los conocemos"[ix]. Von Neumann hace aquí dos observaciones importantes: *aceleración* y *singularidad*. La primera idea es que el progreso humano es exponencial (es decir, se expande multiplicándose repetidamente por una constante) en lugar de lineal (es decir, expansión mediante la adición repetida de una constante). La segunda es que el crecimiento exponencial es engañoso, comienza lentamente y casi imperceptiblemente, pero después de la rodilla de la curva se vuelve explosivo y profundamente impactante.



Por lo general, el futuro es mal entendido. Nuestros antepasados esperaban que fuera muy parecido a su presente, ya que había sido muy parecido a su pasado. Ya existían tendencias exponenciales hace mil anos, pero que estaban en esa etapa muy temprana en la que eran tan planas y tan lentas que no parecían una tendencia en absoluto. Como resultado, la expectativa de un futuro sin cambios se cumplía. Hoy en día, podemos anticipar un progreso tecnológico continuo y las repercusiones sociales que conlleva. Pero el futuro sera mucho mas sorprendente de lo que la mayoría de la gente cree, porque pocos observadores han interiorizado realmente las implicaciones del hecho de que la propia tasa de cambio se está acelerando.

La mayoría de las predicciones a largo plazo de lo que será técnicamente factible en el futuro subestiman enormemente el poder de los desarrollos futuros, ya que se basan en lo que yo llamo la visión "lineal intuitiva" de la historia en lugar de la visión "exponencial histórica". Mis modelos muestran que estamos duplicando la tasa de cambio de paradigma cada década, tal y como explicaré en el próximo capitulo. Dado que durante el siglo XX el ritmo de progreso se aceleró gradualmente hasta llegar al ritmo actual, sus logros equivalieron a unos veinte anos de progreso al ritmo del año 2000. Progresaremos otros veinte anos de progreso en tan solo catorce anos (en el año 2014), y luego haremos lo mismo en solo siete anos. Para decirlo de otra manera, durante el siglo XXI no experimentaremos cien anos de avance tecnológico, seremos testigos del orden de veinte mil anos de progreso (medidos según la actual de progreso), o alrededor de mil veces más de lo conseguido en el siglo XX.4

Las percepciones erróneas acerca de como será el futuro se producen con frecuencia y en una variedad de contextos. Por ejemplo, en un reciente debate en el que participé sobre la viabilidad de la fabricación molecular, un ganador del premio Nobel desestimó las preocupaciones sobre la seguridad de la biotecnología, proclamando que "no vamos a ver entidades de nanoingeniería [dispositivos construidos fragmento molecular a fragmento molecular] autorreplicantes hasta dentro de cien anos". Yo señalé que cien anos era una estimación razonable y en realidad coincidía con mi propio análisis sobre la cantidad de los avances técnicos necesarios para lograr este hito en particular cuando se mide a un ritmo de progreso como el actual (cinco veces superior al ritmo de cambio que vimos en el siglo XX). Pero como estamos duplicando la tasa de progreso cada década, veremos el equivalente a un siglo de progreso – medido al ritmo de hoy - en solo veinticinco anos naturales.

Del mismo modo en la conferencia "el futuro de la Vida" de la revista Time, que se celebró en 2003 para celebrar el quincuagésimo aniversario del descubrimiento de la estructura del ADN, a todos los oradores invitados se les preguntó que pensaban que serían los próximos cincuenta anos.5 Prácticamente todos los presentadores tomaron el progreso de los últimos cincuenta anos y lo usaron como modelo para los próximos cincuenta anos. Por ejemplo, James Watson, el co-descubridor del ADN, dijo que dentro de cincuenta anos tendremos medicamentos que nos permitiránn comer todo lo que queramos sin aumentar de peso. Mi respuesta fue: "¿Cincuenta años?" Hemos logrado esto ya en ratones mediante el bloqueo del gen receptor de la insulina de la grasa que controla el almacenamiento de grasa en las células adiposas. Los medicamentos para uso humano (que utilizan ARN interferente y otras técnicas que discutiremos en el capitulo 5) se encuentran en desarrollo actualmente y serán evaluados por la FDA en unos cuantos años. Estos medicamentos estarán disponibles en cinco o diez anos, no en cincuenta. Otras proyecciones fueron igualmente miopes, lo que refleja las prioridades de investigación actual en lugar de los profundos cambios que el próximo medio siglo traerá. De todos los pensadores de la conferencia, Bill Joy y yo fuimos los únicos que tuvimos en cuenta la naturaleza exponencial del futuro, a pesar de Joy y yo no estamos de acuerdo en la importancia de estos cambios, como explicare en el capitulo 8 .

La gente asume intuitivamente que el ritmo actual de progreso continuará en futuros períodos. Incluso para aquellos que han vivido lo suficiente para experimentar como el ritmo de cambio aumenta con el tiempo, la simple intuición les deja la impresión de que se produce el cambio al mismo ritmo que lo hemos vivido recientemente. Desde el punto de vista matemático, la razón es que una curva exponencial se parece a una línea recta cuando se examina durante un breve período. Como resultado, al considerar el futuro incluso comentaristas expertos, por lo general

suelen extrapolar el actual ritmo de cambio a los próximos diez o cien anos para determinar sus expectativas. Es por esto que describo esta manera de ver el futuro como la vista " lineal intuitiva".

Sin embargo, una evaluación seria de la historia de la tecnología revela que el cambio tecnológico es exponencial . El crecimiento exponencial es una caracteristica de cualquier proceso evolutivo , de los cuales la tecnologia es un ejemplo primario . Se puede examinar los datos de diferentes maneras , en diferentes escalas de tiempo , y para una amplia variedad de tecnologias , que van desde la electronica a biologica, asi como por sus consecuencias , que van desde la cantidad de conocimiento humano con el tamano de la economia . La aceleracion del progreso y el crecimiento se aplica a cada uno de ellos. De hecho , a menudo nos encontramos con un crecimiento exponencial no solo simple , pero el crecimiento exponencial "doble " , lo que significa que la tasa de crecimiento exponencial (es decir, el exponente) es en si misma un crecimiento exponencial (por ejemplo, vease la discusion sobre la relacion precio- rendimiento de la informatica en el siguiente capitulo) .

Muchos cientificos e ingenieros tienen lo que yo llamo " el pesimismo del cientifico. " A menudo , estan tan inmersos en las dificultades y los detalles intrincados de un desafio contemporaneo que no tienen en cuenta las ultimas consecuencias a largo plazo de su propio trabajo , y el campo de trabajo mas amplio en el que operan . Ellos lo mismo no tienen en cuenta las herramientas mas poderosas que tendran disponible con cada nueva generacion de la tecnologia.

Los cientificos estan entrenados para ser escepticos , hablar con cautela de los objetivos actuales de la investigacion , y rara vez especular mas alla de la actual generacion de busqueda cientifica . Esto puede haber sido un enfoque satisfactorio cuando una generacion de la ciencia y la tecnologia duro mas de una generacion humana , pero no servir a los intereses de la sociedad , ahora que una generacion de progreso cientifico y tecnologico comprende solo unos pocos anos .

Considere los bioquimicos que , en 1990 , se mostraron escepticos de la meta de la transcripcion de todo el genoma humano en tan solo quince anos. Estos cientificos solo habian pasado un ano entero transcribiendo apenas una diezmilesima del genoma. Asi que, incluso con los avances previstos razonables , parecia natural para ellos que tomaria un siglo , si no mas , antes de todo el genoma puede ser secuenciado .

O considere el escepticismo expresado a mediados de los anos 1980 que Internet nunca seria un fenomeno importante , ya que entonces solo incluyo a decenas de miles de nodos (tambien conocidos como servidores) . De hecho , el numero de nodos se duplica cada ano , por lo que no era probable que decenas de millones de nodos diez anos mas tarde . Pero esta tendencia no fue apreciado por los que lucho con tecnologia de ultima generacion en 1985 , lo que permitio la adicion de unos pocos miles de nodos en todo el mundo en un solo ano . " 6

El error conceptual inverso ocurre cuando ciertos fenomenos exponenciales se reconocio por primera vez y se aplican de una manera demasiado agresiva y sin modelar el ritmo adecuado de crecimiento. Mientras que las ganancias de crecimiento exponencial acelerar el paso del tiempo , no es instantaneo. La escalada de los valores de capital (es decir, los precios del mercado de valores) durante la " burbuja de Internet " y la burbuja de las telecomunicaciones relacionados (1997-2000) fue muy superior a cualquier expectativa razonable de crecimiento incluso exponencial. Como demuestro en el capitulo siguiente , la adopcion real de la Internet y el comercio electronico mostro un crecimiento exponencial sin problemas tanto a traves de auge y caida , la expectativa exagerada del crecimiento afecto solo el capital (acciones) las valoraciones. Hemos visto errores comparables durante paradigma anterior cambios - por ejemplo, durante la era del ferrocarril temprano (1830) , cuando el equivalente a la explosion de Internet y el busto provoco un frenesi de la expansion del ferrocarril.

Otro error que los pronosticadores hacen es tener en cuenta las transformaciones que se deriven de una sola tendencia al mundo dia como si nada va a cambiar. Un buen ejemplo es la preocupacion de que la extension de vida radical dara lugar a la superpoblacion y el agotamiento de los recursos materiales limitados para sostener la vida humana, que hace caso omiso de la creacion de riqueza comparable radical de la nanotecnologia y la IA fuerte . Por ejemplo , la fabricacion de dispositivos basados en la nanotecnologia en la decada de 2020 sera capaz de crear casi cualquier producto fisico a partir de materias primas baratas y la informacion.

Hago hincapie en la perspectiva exponencial versus lineal porque es el fracaso mas importante que los pronosticadores hacen en el examen de las tendencias futuras. La mayoria de los pronosticos de la tecnologia y los pronosticadores ignoran por completo este punto de vista historico exponencial del progreso tecnologico. De hecho , casi todos los que conozco tiene una vision lineal del futuro. Es por eso que la gente tiende a sobreestimar lo que puede lograrse en el corto plazo (porque tendemos a dejar de lado los detalles necesarios), pero subestimar lo que se puede lograr en el largo plazo (porque el crecimiento exponencial se ignora) .

Los seis épocas

Primero creamos las herramientas, luego nos construimos . - Marshall McLuhan

El futuro no es lo que solia ser . - YOGI BERRA

La evolucion es un proceso de creacion de los patrones de orden creciente. Voy a discutir el concepto de orden en el proximo capitulo , el enfasis en esta seccion es en el concepto de patrones. Creo que es la evolucion de los patrones de lo que constituye la ultima historia de nuestro mundo. Evolucion trabaja a traves de indireccion : cada fase o epoca utiliza los metodos de procesamiento de informacion de la epoca anterior para crear otro. Conceptualizo la historia de la evolucion, tanto biologicos y tecnologicos, como ocurre en seis epocas. Como veremos, la Singularidad comenzara con Epoch Cinco y se extendera desde la Tierra con el resto del universo en Epoca Seis.

Epoca Uno: Física y Química.

Podemos rastrear los origenes de un estado que representa la informacion en sus estructuras de base : los patrones de la materia y la energia. Las recientes teorias de la gravedad cuantica afirman que el tiempo y el espacio se descomponen en cuantos discretos , esencialmente fragmentos de informacion. Existe controversia en cuanto a si la materia y la energia son en ultima instancia, digital o analogico en la naturaleza, pero independientemente de la resolucion de este problema , sabemos que las estructuras atomicas almacenar y representar la informacion discreta .

A unos cientos de miles anos despues del Big Bang , los atomos comenzaron a formarse , como los electrones quedaron atrapados en orbitas alrededor de nucleos constituidos por protones y neutrones. La estructura electrica de los atomos les hizo " pegajosa ". Quimica nacio unos pocos millones de anos mas tarde como los atomos se unieron para crear estructuras relativamente estables llamadas moleculas . De todos los elementos , el carbono demostro ser el mas versatil , es capaz de formar enlaces en cuatro direcciones (contra uno a tres para la mayoria de los otros elementos) , dando lugar a estructuras complicadas , ricas en informacion , tridimensionales .

Las reglas de nuestro universo y el equilibrio de las constantes fisicas que gobiernan la interaccion de las fuerzas basicas son tan exquisitamente , con delicadeza , y exactamente apropiado para la codificacion y la evolucion de la informacion (lo que resulta en aumento de la complejidad) que uno se pregunta como una situacion tan extraordinariamente improbable se produjo . Donde algunos ven una mano divina , otros ven nuestra propia mano , es decir , el principio antropico , que sostiene que solo en un universo que permite nuestra propia evolucion estariamos aqui para hacer

tales questions.7 teorias recientes de la fisica sobre multiples universos especular que nuevos universos se crean sobre una base regular , cada uno con sus propias reglas unicas , pero que la mayoria de estos ya sea mueren rapidamente o de lo contrario continuar sin la evolucion de los patrones interesantes (como la biologia basada en la Tierra ha creado) debido a que sus normas no lo hacen apoyar la evolucion de la cada vez mas compleja forms.8 es dificil imaginar como podriamos probar estas teorias de la evolucion aplicada a principios de la cosmologia , pero esta claro que las leyes fisicas de nuestro universo son precisamente los que tienen que ser para permitir la evolucion de la creciente niveles de orden y complexity.9

Los seis épocas de la evolución

Evolucion trabaja a traves de indireccion : crea una capacidad y luego utiliza esa capacidad de evolucionar hasta la siguiente etapa .

Epoca Dos: Biología y ADN.

En la segunda epoca , que comenzo hace varios millones de anos , compuestos a base de carbono se volvieron cada vez mas complejos hasta agregaciones complejas de moleculas formadas mecanismos de auto-replicantes , y se origino la vida. En ultima instancia , los sistemas biologicos desarrollado un mecanismo digital exacto (ADN) para almacenar informacion que describe una sociedad mas grande de moleculas . Esta molecula y de su mecanismo de apoyo de los codones y ribosomas habilitado un registro para ser guardado de los experimentos evolutivos de esta segunda epoca .

Epoca Tres: Cerebro .

Cada epoca sigue la evolucion de la informacion a traves de un cambio de paradigma hacia un nivel superior de " indirecto ". (Es decir , la evolucion utiliza los resultados de una epoca a crear el siguiente .) Por ejemplo , en la tercera epoca , la evolucion del ADN - guiada produjo organismos que pueden detectar la informacion con sus propios organos sensoriales y procesar y almacenar esa informacion en su propio cerebro y el sistema nervioso . Estos fueron posibles gracias a los mecanismos de la segunda epoca (ADN y la informacion epi-genetica de las proteinas y fragmentos de ARN que controlan la expresion genica) , que (indirectamente) habilitadas y se definen los mecanismos de procesamiento de informacion de tercera epoca (el cerebro y el sistema nervioso de los organismos) . La tercera epoca comenzo con la capacidad de los animales de reconocer los primeros patrones, que sigue representando la mayor parte de la actividad en nuestro cerebro.10 En ultima instancia, nuestra propia especie se desarrollo la capacidad de crear modelos mentales abstractas del mundo que experimentamos y contemplar las implicaciones racionales de estos modelos. Tenemos la capacidad de redisenar el mundo en nuestras propias mentes y para poner estas ideas en accion.

Epoca Cuatro: Tecnología.

La combinacion de la dotacion de pensamiento racional y abstracto con el pulgar oponible , nuestra especie marco el comienzo de la cuarta epoca y el siguiente nivel de direccionamiento indirecto : la evolucion de la tecnologia humana creada. Esto comenzo con mecanismos sencillos y se convirtio en automatas elaborada (maquinas mecanicas automatizadas) . En ultima instancia, con dispositivos de calculo y de comunicacion sofisticados , la tecnologia en si era capaz de detectar , almacenar , y la evaluacion de los patrones elaborados de informacion. Para comparar el ritmo de avance de la evolucion biologica de la inteligencia a la de la evolucion tecnologica , considera que los mamiferos mas avanzados han anadido cerca de un centimetro cubico de materia cerebral cada cien mil anos, mientras que nosotros estamos doblando aproximadamente la capacidad de computacion de los ordenadores cada ano (vease el capitulo siguiente) . Por supuesto, ni el tamano del cerebro ni la capacidad de los ordenadores es el unico factor determinante de la inteligencia , pero si representan factores favorables .

Si colocamos hitos clave de la evolucion biologica y el desarrollo tecnologico humano en un solo grafico que representa tanto el eje x (numero de anos) y el eje (el tiempo de cambio de paradigma) en escalas logaritmicas , nos encontramos con un razonablemente recta linea (aceleracion constante), con la evolucion biologica que conduce directamente al ser humano -dirigido development.11

Cuenta atrás para Singularity (Parcela logarítmica)

Cuenta atras para la Singularidad : La evolucion biologica humana y la tecnologia ambos muestran la aceleracion continua, indicado por el menor tiempo para el proximo evento (dos mil anos a partir del origen de la vida a las celulas ; catorce anos desde el PC a la World Wide Web).

Cuenta atrás para Singularity (Parcela Lineal)

Vision lineal de la evolucion: Esta version de la figura anterior utiliza los mismos datos, pero con una escala lineal de tiempo antes de que presente en lugar de un ser logaritmica. Esto demuestra la aceleracion mas espectacular , pero los detalles no son visibles . Desde una perspectiva lineal , eventos mas importantes solo se han producido " recientemente" .

Las cifras anteriores reflejan mi punto de vista de los acontecimientos clave de la historia biologica y tecnologica. Tenga en cuenta , sin embargo, que la linea recta , lo que demuestra la aceleracion continua de la evolucion, no depende de mi seleccion particular de los acontecimientos. Muchos observadores y libros de referencia han compilado una lista de acontecimientos importantes en la evolucion biologica y tecnologica, cada una de las cuales tiene su propia idiosincrasia . A pesar de la diversidad de enfoques, sin embargo , si combinamos las listas de una variedad de fuentes (por ejemplo, la Enciclopedia Britanica , el Museo Americano de Historia Natural, de Carl Sagan "calendario cosmico", y otros) , observamos la misma aceleracion suave obvia . El siguiente diagrama combina quince listas diferentes de clave de eventos.12 Donde diferentes pensadores asignan diferentes fechas para el mismo evento , y diferentes listas incluyen eventos similares o coincidentes seleccionados de acuerdo con diferentes criterios , vemos un " engrosamiento " esperado de la linea de tendencia debido a la el " ruido " (varianza estadistica) de estos datos . La tendencia general , sin embargo, es muy claro.

Cambios paradigmáticos de 15 listas de clave

Eventos (Parcela logaritmica)

Quince puntos de vista de la evolucion : Principales cambios de paradigma en la historia del mundo , como se ve por quince listas diferentes de los eventos clave . Hay una clara tendencia de la aceleracion suave a traves de la evolucion biologica y luego tecnologica .

El fisico y la complejidad teorico Theodore Modis analizo estas listas y determino veintiocho grupos de eventos (que el llamo hitos canonicos) combinando identicos, similares y / o afines eventos de los diferentes lists.13 Este proceso elimina esencialmente el " ruido" (por ejemplo , la variabilidad de las fechas de entre las listas) de las listas , revelando de nuevo la misma progresion :

Hitos canónicas

(Parcela logaritmica)

Hitos canonicas basan en grupos de eventos de trece hitos.

Los atributos que estan creciendo exponencialmente en estos cuadros son de orden y complejidad , los conceptos que vamos a explorar en el proximo capitulo . Esta aceleracion coincide con nuestras observaciones de sentido comun . Hace millones de anos, no paso mucho en el curso de hasta un millon de anos. Sin embargo, hace un cuarto de millon de anos de acontecimientos trascendentales , como la evolucion de nuestra especie se produjo en los marcos de tiempo de solo cien mil anos. En la tecnologia , si nos remontamos cincuenta mil anos , no paso mucho en un periodo de

mil anos . Pero en el pasado reciente , vemos nuevos paradigmas , como la World Wide Web , el progreso desde el inicio hasta la adopcion masiva (es decir, que son utilizados por una cuarta parte de la poblacion de los paises avanzados) en tan solo una decada.

Epoca Cinco: La fusión de la tecnología humana con la inteligencia humana.

De cara al futuro de varias decadas , la Singularidad comenzara con la quinta epoca . Esto sera el resultado de la fusion de la gran conocimiento incorporado en nuestros propios cerebros con capacidad mucho mayor , la velocidad y el intercambio de conocimientos capacidad de nuestra tecnologia. La quinta epoca permitira que nuestra civilizacion humana - maquina para trascender las limitaciones del cerebro humano de un mero cien trillones extremadamente lento connections.14

La singularidad nos permitira superar antiguos problemas humanos y amplificar enormemente la creatividad humana . Vamos a preservar y mejorar la inteligencia de que la evolucion nos ha dado , mientras que la superacion de las profundas limitaciones de la evolucion biologica. Pero la singularidad tambien ampliar la capacidad de actuar sobre nuestras inclinaciones destructivas , por lo que su historia aun no ha sido escrito.

Epoca Seis: El Universo despierta .

Voy a hablar de este tema en el capitulo 6 , bajo el titulo " ... en el destino inteligente del Cosmos . " A raiz de la Singularidad , la inteligencia, la deriva de sus origenes biologicos en el cerebro humano y sus origenes tecnologicos en el ingenio humano , empieza a saturar la materia y la energia en su seno. Esto se lograra mediante la reorganizacion de la materia y la energia para proporcionar un nivel optimo de computo (en base a los limites que discutiremos en el capitulo 3) para extenderse desde su origen en la Tierra.

Actualmente Somos conscientes de la velocidad de la luz como un factor que limita la transferencia de informacion. Eludir este limite tiene que ser considerado como altamente especulativo , pero hay indicios de que esta limitacion puede ser capaz de ser supersede.15 Si hay desviaciones , incluso sutiles , que en ultima instancia aprovechar esta capacidad superluminal . Si nuestra civilizacion infunde el resto del universo , con su creatividad e inteligencia rapida o lenta depende de su inmutabilidad . En cualquier caso, el asunto "tonto" y los mecanismos del universo se transforman en formas exquisitamente sublime de la inteligencia , que constituiran la sexta epoca en la evolucion de los patrones de informacion.

Este es el destino ultimo de la singularidad y del universo. La singularidad esta cerca Ya sabes, las cosas van a ser muy diferentes! ... No, no, me refiero a realmente diferente! -MARK MILLER (Informatico) a Eric Drexler, ALREDEDOR DE 1986 .Cuales son las consecuencias de este evento? Cuando las unidades de inteligencia progreso mayor de lo humano , que el progreso sera mucho mas rapida . De hecho, no parece haber ninguna razon por que el progreso en si no supondria la creacion de aun mas inteligente entidades - en una escala de tiempo aun mas corto. La mejor analogia que veo es con el pasado evolutivo : Los animales pueden adaptarse a los problemas y hacer inventos , pero a menudo no mas rapido que la seleccion natural puede hacer su trabajo - el mundo actua como su propio simulador en el caso de la seleccion natural. Los seres humanos tenemos la capacidad de interiorizar el mundo y conducta "y si es " en nuestras cabezas, podemos resolver muchos problemas de miles de veces mas rapido que la seleccion natural. Ahora, mediante la creacion de los medios para ejecutar estas simulaciones a velocidades mucho mas altas , estamos entrando en un regimen tan radicalmente diferente de nuestro pasado humano como somos los humanos de los animales inferiores. Desde el punto de vista humano, este cambio sera un tirar de todas las normas anteriores , tal vez en un abrir y cerrar de ojos, y mas alla fuera de control exponencial alguna esperanza de control.

- VERNOR VINGE , " la singularidad tecnologica", 1993
Deje una maquina ultrainteligente definirse como una maquina que puede superar ahora todas las actividades intelectuales de cualquier hombre sin embargo inteligente. Dado que el diseno de las maquinas es una de estas actividades intelectuales , una maquina ultrainteligente podria disenar maquinas aun mejores , no habria entonces , sin duda, ser una "explosion de inteligencia" y la inteligencia del hombre se quedaria muy atras. Asi, la primera maquina ultrainteligente es el ultimo invento de que el hombre necesita que realizar.
- Irving John Good , "especulaciones acerca de la primera MAQUINA ultrainteligente ", 1965
Para poner el concepto de singularidad en perspectiva adicional , vamos a explorar la historia de la palabra misma. " Singularity " es una palabra en Ingles que significa un evento unico, con , ademas , implicaciones singulares. La palabra fue adoptada por los matematicos para denotar un valor que trasciende cualquier limitacion finita , como la explosion de una magnitud que resulta al dividir una constante por un numero que se acerca cada vez mas cerca de cero. Considere , por ejemplo , la simple funcion **y = l / x** . A medida que el valor de x se aproxima a cero , el valor de la funcion (y) explota a los valores mas grandes y mas grandes .
Una singularidad matemática (Parcela Lineal)
Una singularidad matematica : Cuando x se aproxima a cero (de derecha a izquierda), 1/x (o y) se aproxima a infinito.
Tal funcion matematica en realidad nunca alcanza un valor infinito , ya que la division por cero es matematicamente "indefinido " (imposible de calcular). Pero el valor de y excede el limite finito posible (se aproxima a infinito) como el divisor x se aproxima a cero .
El siguiente campo de adoptar la palabra era la astrofisica . Si una estrella masiva se somete a la explosion de una supernova , su remanente finalmente se derrumba hasta el punto de parecer volumen cero y densidad infinita, y una " singularidad" se crea en el centro. Como la luz se pensaba que era incapaz de escapar de la estrella despues de que llego a esta densidad infinita , 16 se llama un negro hole.17 Constituye una ruptura en el tejido del espacio y el tiempo.
Una teoria especula que el universo comenzo con tal Singularity.18 Curiosamente, sin embargo , el horizonte de sucesos (superficie) de un agujero negro es de tamano finito J , y la fuerza de la gravedad es solo teoricamente infinito en el centro de tamano cero del agujero negro . En cualquier ubicacion que en realidad podria ser medida , las fuerzas son finitos , aunque extremadamente grande .
La primera referencia a la singularidad como un acontecimiento capaz de romper el tejido de la historia humana es la declaracion de John von Neumann citado anteriormente. En la decada de 1960 , IJ Bueno escribio sobre una "explosion de inteligencia " como resultado de las maquinas inteligentes " disenar su proxima generacion sin la intervencion humana . Vernor Vinge , matematico y cientifico de la computacion en la Universidad Estatal de San Diego, escribio acerca de una se acerca rapidamente " singularidad tecnologica " en un articulo para la revista Omni en 1983 y en una novela de ciencia - ficcion, Marooned en tiempo real , en 1986.19
Mi libro de 1989 , La era de las maquinas inteligentes , presento un futuro dirigido inevitablemente hacia maquinas que superen ampliamente la inteligencia humana en la primera mitad del siglo XXI century.20 Hans Moravec 1988 libro Mind Children llego a una conclusion similar al analizar la evolucion de la robotica 0.21 En 1993 Vinge presento una ponencia en un simposio organizado por la NASA que describe la singularidad como un acontecimiento inminente principalmente como resultado de la llegada de " entidades con mas de la inteligencia humana ", que Vinge vieron como el presagio de un fugitivo phenomenon.22 Mi 1999 libro, la era de las maquinas

espirituales : Cuando los equipos superan la inteligencia humana , describe la conexion cada vez mas estrecha entre la inteligencia biologica y la inteligencia artificial que somos creating.23 libro Robot de Hans Moravec : Mere Machine to Mind Trascendente , tambien publicado en 1999 , describe los robots de la decada de 2040 como los "herederos evolutivos, " maquinas que " crecer en nosotros, nuestra capacidad de aprender , y compartir nuestros objetivos y valores , ... los ninos de nuestras mentes . " 1997 y 2001 libros 24 estudioso australiano Damien Broderick , ambas tituladas The Spike, analizo el impacto generalizado de la fase extrema de la aceleracion de la tecnologia prevista en varios decades.25 En una extensa serie de escritos , John inteligente ha descrito la singularidad como el resultado inevitable de lo que el llama " MEST " (materia, energia , el espacio y el tiempo) compression.26 Desde mi punto de vista , la Singularidad tiene muchas caras . Se representa la fase de casi vertical de crecimiento exponencial que se produce cuando la tasa es tan extrema que la tecnologia parece estar expandiendose a una velocidad infinita . Por supuesto , desde un punto de vista matematico , no hay discontinuidad , no hay ruptura , y las tasas de crecimiento siguen siendo finita , aunque extraordinariamente grande . Pero desde nuestro actual marco limitado , este evento inminente que parece ser una rotura aguda y abrupta en la continuidad del progreso. Hago hincapie en la palabra "actualmente" porque una de las consecuencias mas destacadas de la Singularidad habra un cambio en la naturaleza de nuestra capacidad de comprension. Seremos mucho mas inteligente que nos unimos con nuestra tecnologia.
.Puede el ritmo del progreso tecnologico continuara para acelerar de forma indefinida ? .No hay un punto en el que los seres humanos no son capaces de pensar lo suficientemente rapido para mantener el ritmo? Para los seres humanos sin contraste , claramente. Pero, .que harian 1.000 cientificos , cada uno de 1.000 veces mas inteligentes que los cientificos humanos hoy en dia, y cada una de ellas 1.000 veces mas rapido que los humanos modernos (debido a que el procesamiento de la informacion en el cerebro principalmente no biologicos es mas rapido) logran ? Un ano cronologico seria como un milenio de ellos.27 .Que les ha ocurrido?
Bueno , para empezar , ellos vienen con la tecnologia para ser aun mas inteligente (porque su inteligencia ya la capacidad fija no lo es). Ellos cambiarian sus propios procesos de pensamiento para que a pensar aun mas rapido. Cuando los cientificos se convierten en un millon de veces mas inteligente y operar un millon de veces mas rapido , a una hora daria lugar a un siglo de progreso (en terminos de dias de).
La singularidad consiste en los siguientes principios, que voy a documentar , desarrollar , analizar y contemplar todo el resto de este libro :
• La tasa de cambio de paradigma (innovacion tecnologica) se esta acelerando, en este momento se duplica cada decade.28
• El poder (precio - rendimiento, la velocidad , la capacidad y ancho de banda) de las tecnologias de la informacion es creciendo de manera exponencial a un ritmo aun mas rapido, ahora duplicando casi todos ano.29 Este principio se aplica a una amplia gama de medidas , incluyendo la cantidad de conocimiento humano.
• Para tecnologias de la informacion , hay un segundo nivel de crecimiento exponencial : es decir, el crecimiento exponencial en la tasa de crecimiento exponencial (el exponente) . La razon : como la tecnologia se vuelve mas rentable , mas recursos se despliegan hacia su avance , por lo que la tasa de aumento de crecimiento exponencial con el tiempo . Por ejemplo , la industria de las computadoras en la decada de 1940 consistia en un punado de ahora proyectos de importancia historica. Hoy los ingresos totales de la industria de la computacion es mas de un billon de dolares , por lo que los presupuestos de investigacion y desarrollo son comparativamente mas altos.
• exploracion del cerebro humano es una de estas tecnologias mejora

exponencialmente . Como mostrare en el capitulo 4 , la resolucion y el ancho de banda temporal y espacial de exploracion del cerebro se duplica cada ano . Ahora mismo estamos obteniendo las herramientas suficientes para comenzar la ingenieria inversa grave (decodificacion) de principios del cerebro humano de la operacion. Ya tenemos los modelos y simulaciones de un par de docenas de varios cientos de regiones del cerebro impresionantes . En dos decadas , vamos a tener una comprension detallada de como todas las regiones del trabajo del cerebro humano.
• Vamos a tener el hardware necesario para emular la inteligencia humana con superordenadores a finales de esta decada y con los dispositivos de computadoras personales de tamano antes de finales de la decada siguiente. Tendremos modelos de software eficaz de la inteligencia humana a mediados de la decada de 2020 .
• Con el hardware y software necesario para emular completamente la inteligencia humana , podemos esperar que las computadoras para pasar la prueba de Turing, que indica la inteligencia indistinguible de la de la diversidad biologica los seres humanos, a finales del 2020s.30
• Cuando alcanzan este nivel de desarrollo , las computadoras seran capaces de combinar las fortalezas tradicionales de la inteligencia humana con la fuerza de la inteligencia artificial .
• Los puntos fuertes tradicionales de la inteligencia humana incluyen una formidable capacidad de reconocer patrones . La naturaleza masiva en paralelo y de autoorganizacion del cerebro humano es una arquitectura ideal para el reconocimiento de patrones que se basan en sutiles , propiedades invariantes . Los seres humanos tambien son capaces de aprender nuevos conocimientos mediante la aplicacion de conocimientos y los principios de la experiencia , incluida la informacion obtenida a traves del lenguaje inferir . Una capacidad clave de la inteligencia humana es la capacidad de crear modelos mentales de la realidad y llevar a cabo mentales " que pasaria si" los experimentos variando aspectos de estos modelos.
• Los puntos fuertes tradicionales de la inteligencia de las maquinas incluyen la capacidad de recordar miles de millones de hechos con precision y recordar al instante.
• Otra ventaja de la inteligencia no biologica es que una vez que una habilidad se domina por una maquina , que se puede realizar varias veces a alta velocidad , a una precision optima , y sin cansarse .
• Tal vez lo mas importante , las maquinas pueden compartir sus conocimientos a una velocidad extremadamente alta , en comparacion con la velocidad muy lenta de intercambio de conocimientos a traves del lenguaje humano .
• la inteligencia no biologica podra descargar las habilidades y conocimientos de otras maquinas , con el tiempo tambien de los seres humanos.
• Las maquinas se procesan y conmutar senales a velocidades cercanas a la de la luz (unos trescientos millones de metros por segundo) , en comparacion con alrededor de cien metros por segundo para las senales electroquimicas utilizadas en mamiferos biologica brains.31 Esta relacion de velocidad es por lo menos tres millon a uno .
• Las maquinas tendran acceso a traves de Internet a todo el conocimiento de nuestra civilizacion hombre-maquina y sera capaz de dominar todo este conocimiento .
• Las maquinas pueden aunar sus recursos , inteligencia y memoria. Dos maquinas - o un millon de maquinas - pueden unirse para convertirse en una y luego otra vez a ser independiente . Varias maquinas pueden hacer las dos cosas al mismo tiempo: ser uno y secundaria al mismo tiempo . Los humanos lo llaman enamoramiento, pero nuestra capacidad biologica para hacer esto es fugaz y poco fiable.
• La combinacion de estas fuerzas tradicionales (la capacidad de reconocimiento de patrones de humana biologica la inteligencia y la velocidad , capacidad de memoria y la precision , y el conocimiento y la habilidad para compartir habilidades de la

inteligencia no biologica) sera formidable.
• Inteligencia Machine tendra total libertad de diseno y arquitectura (es decir, que no seran restringida por las limitaciones biologicas, tales como la velocidad de conmutacion lenta de nuestras conexiones interneuronales o un tamano del craneo fija), asi como un rendimiento constante en todo momento .
• Una vez que la inteligencia no biologica combina las ventajas tradicionales de los seres humanos y maquinas, la parte no biologica de la inteligencia de nuestra civilizacion continuara entonces a beneficiarse del crecimiento exponencial doble de la maquina de precio-rendimiento , la velocidad y la capacidad.
• Una vez que las maquinas alcanzan la capacidad de la tecnologia de diseno e ingeniero como lo hacen los humanos , solo mucho mas alto velocidades y capacidades , tendran acceso a sus propios disenos (codigo fuente) y la posibilidad de manipularlos. Los seres humanos estan ahora lograr algo similar a traves de la biotecnologia (cambio de los procesos de informacion y geneticos que subyacen a otra nuestra biologia) , pero de una manera mucho mas lenta y mucho mas limitado que lo que las maquinas seran capaces de lograr mediante la modificacion de sus propios programas .
• Biologia tiene limitaciones inherentes . Por ejemplo, cada organismo vivo tiene que ser construido a partir de proteinas que estan plegados a partir de cadenas unidimensionales de aminoacidos . Mecanismos basados en proteinas carecen de fuerza y velocidad. Podremos hacer una reingenieria de todos los organos y sistemas de nuestro cuerpo biologico y cerebros para ser mucho mas capaz.
• Como veremos en el capitulo 4 , la inteligencia humana tiene un cierto grado de plasticidad (capacidad cambiar su estructura) , mas de lo que antes habia sido comprendido. Sin embargo, la arquitectura del cerebro humano es , sin embargo, profundamente limitado . Por ejemplo , hay espacio para solo unos cien billones de conexiones interneuronales en cada uno de nuestros craneos. Un cambio genetico clave que permitio la mayor capacidad cognitiva de los seres humanos en comparacion con el de nuestros ancestros primates fue el desarrollo de una corteza cerebral mas grande , asi como el desarrollo de un mayor volumen de tejido de materia gris en ciertas regiones de la brain.32 Esta cambio se produjo , sin embargo , en el mismo plazo de tiempo lento de la evolucion biologica y todavia implica un limite inherente a la capacidad del cerebro. Maquinas podran reformular sus propios disenos y aumentar su propia capacidad sin limite. Mediante el uso de disenos basados en la nanotecnologia , sus posibilidades seran mucho mayores que los cerebros biologicos sin aumento del tamano o el consumo de energia.
• Las maquinas tambien se beneficiaran del uso de los circuitos moleculares tridimensionales muy rapidos. de hoy circuitos electronicos son mas de un millon de veces mas rapido que la conmutacion electroquimica utilizada en el cerebro de los mamiferos . Circuitos moleculares del futuro se basaran en dispositivos como los nanotubos , que son pequenos cilindros de atomos de carbono que miden alrededor de diez atomos de ancho y son quinientas veces mas pequeno que los transistores basados en silicio de hoy en dia . Dado que las senales tienen menos distancia para viajar , sino que tambien sera capaz de operar a terahertz (billones de operaciones por segundo) acelera en comparacion con los pocos gigahercios (miles de millones de operaciones por segundo) velocidades de los chips actuales.
• La velocidad del cambio tecnologico no se limita a velocidades mentales humanos. la inteligencia de la maquina mejorara sus propias capacidades en un ciclo de retroalimentacion que la inteligencia humana sin ayuda no sera capaz de seguir .
• El ciclo de la inteligencia artificial esta mejorando iterativamente su propio diseno sera mas rapido y mas rapido. Esta es , de hecho, exactamente lo que se predijo por la formula para la aceleracion continua de la tasa de cambio de paradigma . Una de las

objeciones que se han planteado a la continuacion de la aceleracion del cambio de paradigma es que se convierta en definitiva , demasiado rapido para los seres humanos a seguir, y asi pues, se argumenta , no puede suceder. Sin embargo , el cambio de biologico a la inteligencia no biologica permitira que la tendencia continue
• Junto con el ciclo de mejora de la aceleracion de la inteligencia no biologica , la nanotecnologia permitira a la manipulacion de la realidad fisica a nivel molecular .
• La nanotecnologia permitira el diseno de nanobots : robots disenados a nivel molecular , medido en micrones (millonesimas de metro) , como " respirocitos " (celulas rojas sanguineas mecanicos) 0.33 nanobots tendran miles de funciones dentro del cuerpo humano , incluyendo revertir el envejecimiento humano (en la medida en que esta tarea no se ha completado ya traves de la biotecnologia , como la ingenieria genetica).
• nanobots van a interactuar con las neuronas biologicas a extender en gran medida la experiencia humana mediante la creacion de la realidad virtual desde dentro del sistema nervioso .
• Miles de millones de nanobots en los capilares del cerebro tambien se extendera enormemente la inteligencia humana.
• Una vez que la inteligencia no biologica consigue un punto de apoyo en el cerebro humano (esto ya ha comenzado con implantes neuronales computarizados) , la inteligencia de las maquinas en nuestros cerebros crecen exponencialmente (como lo ha estado haciendo todo este tiempo) , por lo menos duplicar el poder de cada ano. En contraste , la inteligencia biologica es efectivamente de capacidad fija . Por lo tanto , la porcion no biologica de nuestra inteligencia en ultima instancia predominar.
• nanobots tambien mejorar el medio ambiente mediante la inversion de la contaminacion de la industrializacion antes.
• Nanobots llamados foglets que pueden manipular imagenes y las ondas de sonido traeran las cualidades morphing de la realidad virtual a lo real world.34
• La capacidad humana de comprender y responder de manera adecuada a la emocion (la llamada inteligencia emocional) es una de las formas de la inteligencia humana que ser comprendidos y controlados por la inteligencia artificial futuro. Algunas de nuestras respuestas emocionales estan sintonizados para optimizar nuestra inteligencia en el contexto de nuestros cuerpos biologicos limitados y fragiles. Inteligencia artificial futuro tambien tienen " cuerpos" (por ejemplo , los cuerpos virtuales en la realidad virtual , o proyecciones en la realidad real utilizando foglets) con el fin de interactuar con el mundo, pero estos cuerpos nanoingenieria sera mucho mas capaz y durable que los cuerpos humanos biologicos . Por lo tanto, algunas de las respuestas "emocionales" de la inteligencia artificial futuro sera redisenado para reflejar su vasto aumento capabilities.35 fisica
• Como la realidad virtual desde dentro del sistema nervioso se vuelve competitivo con la realidad real , en terminos de resolucion y credibilidad , nuestras experiencias se llevaran a cabo cada vez mas en entornos virtuales.
• En la realidad virtual , podemos ser una persona diferente , tanto fisica como emocionalmente. De hecho , otras personas (como tu pareja) podran seleccionar un cuerpo diferente para usted que podria seleccionar por si mismo (y viceversa).
• La ley de los retornos acelerados continuara hasta que la inteligencia no biologica viene dosis de " saturacion " de la materia y la energia en nuestra vecindad del universo con nuestra inteligencia humana - maquina. Por la saturacion , es decir la utilizacion de la materia y los patrones de energia para el calculo en un grado optimo, basado en nuestra comprension de la fisica de la computacion . A medida que nos acercamos a este limite , la inteligencia de nuestra civilizacion continuara su expansion en la capacidad mediante la difusion hacia fuera, hacia el resto del universo. La velocidad de esta expansion va a alcanzar rapidamente la velocidad

maxima a la que la informacion puede viajar .
• En ultima instancia , todo el universo se saturara con nuestra inteligencia. Este es el destino del universo . (Vease el capitulo 6 .) Vamos a determinar nuestro propio destino y no se ha determinado por los actuales "tontas ", fuerzas simples, maquinales que rigen la mecanica celeste .
• La cantidad de tiempo que tomara el universo para ser inteligente en esta medida depende de si la velocidad de la luz es un limite inmutable. Hay indicios de posibles excepciones sutiles (o elusiones) a este limite , el cual, si es que existen , la gran inteligencia de nuestra civilizacion en este momento en el futuro sera capaz de explotar .
Esto, entonces, es la singularidad . Algunos diran que no podemos comprender , por lo menos con nuestro nivel actual de comprension. Por esta razon , no podemos ver mas alla de su horizonte de sucesos y dar sentido completo de lo que hay mas alla . Esta es una razon por la que llamamos a esta transformacion de la Singularidad.
Yo personalmente he encontrado dificil , aunque no imposible , para mirar mas alla de este horizonte de sucesos, incluso despues de haber pensado en sus implicaciones para varias decadas. Sin embargo, mi opinion es que , a pesar de nuestras profundas limitaciones del pensamiento , tenemos suficientes poderes de abstraccion para hacer afirmaciones significativas acerca de la naturaleza de la vida despues de la Singularidad. Lo mas importante es la inteligencia que surgira seguira representando a la civilizacion humana , que ya es una civilizacion hombre-maquina. En otras palabras , las maquinas futuras seran humana , incluso si no son biologicos . Este sera el siguiente paso en la evolucion , el siguiente cambio de paradigma de alto nivel, el siguiente nivel de direccionamiento indirecto . La mayor parte de la inteligencia de nuestra civilizacion, en ultima instancia, ser no biologica. A finales de este siglo, sera de billones de billones de veces mas potente que inteligencia.36 humana Sin embargo, para responder a las preocupaciones expresadas a menudo , esto no implica el fin de la inteligencia biologica , incluso si se lanza desde su posicion de superioridad evolutiva. Incluso las formas no biologicas se pueden derivar de diseno biologico . Nuestra civilizacion permanecera humana -de hecho , en muchos sentidos sera mas ejemplar de lo que consideramos como humano de lo que es hoy en dia, a pesar de nuestra comprension del termino se movera mas alla de sus origenes biologicos .
Muchos observadores han expresado su alarma ante la aparicion de formas de inteligencia no biologica superior a la inteligencia humana (un tema que analizaremos con mas detalle en el capitulo 9) . El potencial para aumentar nuestra inteligencia a traves de la conexion intima con otros sustratos de pensamiento no alivia necesariamente la preocupacion , ya que algunas personas han expresado su deseo de permanecer " sin contraste ", mientras que al mismo tiempo mantener su lugar en la cima de la cadena alimenticia intelectual. Desde la perspectiva de la humanidad biologica , estas inteligencias sobrehumanas parecera que nuestros servidores dedicados , la satisfaccion de nuestras necesidades y deseos. Sin embargo, el cumplimiento de los deseos de una herencia biologica venerado ocupara solo una parte insignificante del poder intelectual que la Singularidad traera.

MOLLY CIRCA 2004 : .Como puedo saber si la Singularidad esta sobre nosotros ?
Quiero decir , yo quiero un poco de tiempo para prepararse.
RAY : .Por que , .que piensas hacer ?
MOLLY 2004 : Vamos a ver , para empezar, me querra afinar mi curriculum . Yo
quiero hacer una buena impresion a los poderes facticos .
GEORGE CIRCA 2048: Oh , yo puedo cuidar de eso por ti.

MOLLY 2004 : Eso no es realmente necesario. Soy perfectamente capaz de hacerlo
yo mismo . Tambien podria querer borrar algunos documentos , ya sabes, cuando
estoy un poco insultante para unas maquinas que conozco.
GEORGE 2048: Oh , las maquinas se encuentra de todos modos , pero no te
preocupes , estamos muy comprensivo .
MOLLY 2004 : Por alguna razon , eso no es del todo tranquilizador. Pero todavia me
gustaria saber cuales van a ser los heraldos .
RAY : Bueno, usted sabra la singularidad viene cuando usted tiene un millon de
mensajes de correo electronico en su bandeja de entrada .
MOLLY 2004 : Hmm , en este caso , parece que estamos casi alli. Pero en serio ,
estoy teniendo problemas para mantenerse al dia con todas estas cosas volando hacia
mi como es. .Como voy a seguir el ritmo de la Singularidad ?
GEORGE 2048: Vas a tener asistentes virtuales - en realidad , usted necesita solo
uno.
MOLLY 2004 : Lo que supongo que sera de ti? GEORGE 2048: A su servicio .
MOLLY 2004 : Eso es simplemente genial. Usted nos encargaremos de todo, usted ni
siquiera tiene que mantenerme informado . " Oh , no te molestes diciendo Molly lo
que esta pasando , ella no va a entender de todos modos , vamos a hacerla feliz y en
la oscuridad . "
GEORGE 2048: Oh , eso no va a hacer, no en absoluto. MOLLY 2004 : La parte
feliz, quiere decir?
GEORGE 2048: Me referia a mantenerlo en la oscuridad. Usted sera capaz de
comprender lo que estoy haciendo , si eso es lo que realmente quieres .
MOLLY 2004 : .Cual es, al convertirse en ... RAY : Enhanced ?
MOLLY 2004 : Si , eso es lo que yo estaba tratando de decir .
GEORGE 2048: Bueno, si nuestra relacion va a ser todo lo que puede ser , entonces
no es una mala idea.
MOLLY 2004 : Y debo desee permanecer como soy?

GEORGE 2048: voy a estar enamorada de ti , en todo caso . Pero puedo ser mas que
tu siervo trascendente.
MOLLY 2004 : En realidad , estas siendo " solo" mi siervo trascendente no suena tan
mal.
CHARLES DARWIN : Si se me permite interrumpir, se me ocurrio que una vez que
la inteligencia artificial es superior a la inteligencia humana , debe estar en
condiciones de disenar su proxima generacion .
MOLLY 2004 : Eso no suena tan raro . Las maquinas se utilizan para maquinas de
diseno de hoy en dia .
CARLOS : Si, pero en 2004 todavia estan guiados por disenadores humanos. Una vez
que las maquinas estan operando a nivel humano , bueno, entonces es como que
cierra el circulo .
NED LUDD37 : Y los humanos estarian fuera del bucle. MOLLY 2004 : Seguiria
siendo un proceso bastante lento .
RAY : No, en absoluto. Si la inteligencia no biologica fue construido de manera
similar a un cerebro humano, sino utilizar incluso alrededor del circuito de 2004 , se -
MOLLY CIRCA 2104 : .Quieres decir "ella".
RAY : Si , por supuesto ... ella ... seria capaz de pensar por lo menos un millon de
veces mas rapido.
Timothy Leary : Asi que el tiempo subjetivo se ampliaria . RAY : Exactamente.
MOLLY 2004 : Suena como un monton de tiempo subjetivo . .De que estan las
maquinas van a hacer con tanto de el ?
GEORGE 2048: Oh, hay mucho que hacer. Despues de todo , tengo acceso a todo el
conocimiento humano en Internet .
MOLLY 2004 : Solo el conocimiento humano ? .Que pasa con todos los
conocimientos de la maquina ?
GEORGE 2048: Nos gusta pensar en ello como una civilizacion .
CHARLES : Entonces , parece que las maquinas seran capaces de mejorar su propio

diseno .
MOLLY 2004 : Oh , los seres humanos estan empezando a hacerlo ahora .
RAY : Pero solo estamos jugando con algunos detalles. En si misma, la inteligencia
basada en el ADN es muy lento y limitado.
CHARLES : .Entonces las maquinas disenar su propia generacion siguiente con
bastante rapidez.
GEORGE 2048: De hecho, en 2048, que es ciertamente el caso .
CHARLES : Justo
lo que queria llegar , una nueva linea de la evolucion entonces. NED : Suena mas
como un fenomeno fuera de control precario. CHARLES : Basicamente , eso es lo
que la evolucion es .
NED : .Pero que pasa con la interaccion de las maquinas con sus progenitores ?
Quiero decir, no creo que me gustaria estar en su camino. Tuve la oportunidad de
esconderse de las autoridades inglesas durante unos anos en la decada de 1800, pero
sospecho que sera mas dificil con estos ...
GEORGE 2048: Guys .
MOLLY 2004 : Ocultacion de esos pequenos robots - RAY : nanobots , querras decir.
MOLLY 2004 : Si , a escondidas de los nanobots sera dificil , sin duda.
RAY : Yo esperaria que la inteligencia que surge de la singularidad de tener un gran
respeto por su herencia biologica .
GEORGE 2048 : Por supuesto , es mas que respeto , es ... reverencia.
MOLLY 2004 : Eso esta muy bien , George , voy a ser su mascota venerado . No es
lo que yo tenia en mente.
NED : Asi es como Ted Kaczynski dice : vamos a ser mascotas. Ese es nuestro
destino, para convertirse en mascotas contentos pero ciertamente no a los hombres
libres.
MOLLY 2004 : .Y que pasa con esta epoca Six ? Si me quedo biologica , que va a
utilizar toda la materia y energia preciosos de una manera muy

ineficiente. Usted
querra convertirme en , como, mil millones de Mollys virtuales y Georges , cada uno
de ellos a pensar mucho mas rapido de lo que hago ahora. Parece que habra mucha
presion para ir al otro lado.
RAY : Sin embargo, usted representa solo una pequena fraccion de la materia y la
energia disponible. Mantenerse biologica no cambiara apreciablemente el orden de
magnitud de la materia y la energia disponible para la Singularidad . Sera bien vale la
pena para mantener la herencia biologica .
GEORGE 2048 : Por supuesto.
RAY : Al igual que hoy en dia se busca preservar la selva tropical y la diversidad de
especies .
MOLLY 2004 : Eso es lo que me temia que quiero decir , estamos haciendo un
trabajo maravilloso con la selva tropical.
Yo creo que todavia tenemos un poco de ella se fue. Acabaremos como las especies
en peligro de extincion .
NED : .O los extintos .
MOLLY 2004 : Y no es solo conmigo . .Que hay de todas las cosas que uso ? Voy por
un monton de cosas .
GEORGE 2048: Eso no es un problema, solo tendremos que reciclar todas tus cosas .
Vamos a crear el ambiente que necesita a medida que los necesite.
MOLLY 2004 : Oh , voy a estar en la realidad virtual?
RAY : No, en realidad , la realidad foglet . MOLLY 2004 : Voy a estar en la niebla ?
RAY : No, no, foglets .
MOLLY 2004 : .Perdon?
RAY : Te lo explicare mas adelante en el libro. MOLLY 2004 : Bueno , dame una
pista.
RAY : Foglets son nanobots -robots del tamano de las celulas de la sangre , que puede
conectarse a si mismos para replicar cualquier estructura fisica. Por otra parte, pueden
dirigir la informacion visual y auditiva de tal manera como para traer las cualidades

morphing de realidad virtual en bienes reales.[38]
MOLLY 2004 : Lo siento me pregunto . Pero, como lo pienso , quiero algo mas que
mis cosas. Quiero que todos los animales y plantas , tambien. Incluso si yo no llego a
ver y tocar a todos, me gusta saber que estan ahi.
GEORGE 2048: se perdera , pero nada .
MOLLY 2004 : Se que sigues diciendo eso. Pero quiero decir en realidad no , ya
sabes, como en la realidad biologica.
RAY : En realidad, toda la biosfera es de menos de una millonesima parte de la
materia y la energia en el sistema solar.
CHARLES : Incluye una gran cantidad de carbono .
RAY : Es todavia vale la pena mantener todo esto para asegurarse de que no hemos
perdido nada.
GEORGE 2048: Ese ha sido el consenso por lo menos durante varios anos .
MOLLY 2004 : Asi que, basicamente , tendre todo lo que necesito en mis manos ?
GEORGE 2048: En efecto .
MOLLY 2004 : Suena como el rey Midas. Ya sabes, todo lo que tocaba se convertia
en oro.
NED : Si, y como recordaran que murio de inanicion como resultado.
MOLLY 2004 : Bueno, si lo hago terminan yendo hacia el otro lado , con toda esa
vasta extension de tiempo subjetivo , creo que me voy a morir de aburrimiento .
GEORGE 2048: Oh , eso nunca podria suceder. Me asegurare de ello.

CAPÍTULO DOS

Teoría de la Evolución Tecnológica

La Ley de Aceleracion de Devoluciones

Cuanto mas atras se mira, mas adelante se puede ver . - WINSTON CHURCHILL

Hace dos millones de anos , nuestros antepasados eran microbios, hace quinientos
millones de anos , los peces , hace cien millones de anos, algo asi como ratones; hace
diez millones de anos los monos arboricolas, y hace un millon de anos, protohumanos
desconcertante a cabo la domesticacion de fuego . Nuestro linaje

evolutivo
se caracteriza por el dominio de cambio. En nuestro tiempo, el ritmo se esta
acelerando . - CARL SAGAN
Nuestra unica responsabilidad es producir algo mas inteligente que nosotros, ningun
problema mas alla de que no son nuestros para resolver .... [N] o hay problemas
dificiles , solo problemas que son dificiles de un cierto nivel de inteligencia. Mueva
los mas pequenos poco hacia arriba [en el nivel de inteligencia] , y algunos
problemas de repente pasar de "imposible" " obvio ". Mover un grado sustancial
hacia arriba, y todos ellos se volveran evidentes.
-Eliezer S. YUDNOWSKY , mirando a la singularidad de 1996
"El futuro no se puede predecir " es una frase comun .... Pero ... cuando [esta
perspectiva] esta mal , es profundamente erronea. - JOHN SMAR 1
Que la aceleracion actual de la tecnologia es la consecuencia y el resultado inevitable
de lo que yo llamo la ley de rendimientos acelerados , que describe la aceleracion del
ritmo de y el crecimiento exponencial de los productos de un proceso evolutivo.
Estos productos incluyen, en particular la informacion, teniendo tecnologias como la
computacion, y su aceleracion se extiende mucho mas alla de las predicciones de lo
que se conoce como la Ley de Moore. La singularidad es el resultado inexorable de la
ley de los retornos acelerados, por lo que es importante que examinemos la naturaleza
de este proceso evolutivo.

La naturaleza del Orden.

En el capitulo anterior ofrecio varios graficos que demuestran la aceleracion del
cambio de paradigma. (Los cambios de paradigma son los principales cambios en los
metodos y tecnicas de trabajo intelectual para realizar las tareas ; . Ejemplos incluyen
el lenguaje escrito y el ordenador) trazan los graficos lo quince pensadores y obras
de referencia considerados como los eventos clave en la evolucion

biologica y
tecnologica , desde el Big Bang hasta el Internet. Vemos alguna variacion esperada ,
pero una tendencia exponencial inconfundible: los principales acontecimientos se han
ido produciendo a un ritmo cada vez acelerando .
Los criterios de lo que constituye "eventos clave" varia de una lista del pensador a
otro. Pero vale la pena teniendo en cuenta los principios que se utilizan en la
fabricacion de sus selecciones. Algunos observadores han juzgado que la verdad
avances trascendentales en la historia de la biologia y la tecnologia han supuesto
incrementos en complexity.[2]
Aunque el aumento de la complejidad parece seguir los avances en la evolucion
biologica y tecnologica , creo que esta observacion no es precisamente correcto. Pero
primero vamos a examinar lo que significa complejidad.
No es sorprendente que el concepto de complejidad es compleja. Uno de los
conceptos de complejidad es la cantidad minima de informacion necesaria para
representar un proceso. Digamos que usted tiene un diseno para un sistema (por
ejemplo, un programa de ordenador o un archivo de diseno asistido por ordenador
para una computadora), que puede ser descrito por un archivo de datos que contiene
un millon de bits. Podriamos decir que su diseno tiene una complejidad de un millon
de bits. Pero supongamos que notamos que los un millon de bits en realidad consisten
en un patron de mil bits que se repite mil veces. Podriamos senalar las repeticiones ,
eliminar los patrones repetidos, y expresar todo el diseno en poco mas de un millar de
los bits , reduciendo de este modo el tamano del archivo por un factor de alrededor de
mil .
Las tecnicas de compresion de datos mas populares utilizan metodos similares de
busqueda de redundancia dentro informacion.3 Pero despues de

haber comprimido un
archivo de datos de esta manera, usted puede estar absolutamente seguro de que no
hay otras normas o metodos que pudieran descubrirse que permitan a expresar el
archivo en terminos aun mas compactas ? Por ejemplo , supongamos que mi archivo
era simplemente "pi " (3,1415 ...) expresado a un millon de bits de precision . La
mayoria de los programas de compresion de datos no serian capaces de reconocer
esta secuencia y no comprimir los millones de bits en absoluto , ya que los bits de una
expresion binaria de pi son efectivamente al azar y por lo tanto no tienen ningun
patron repetido de acuerdo con todas las pruebas de aleatoriedad . Pero si podemos determinar que el archivo (o una parte del archivo), de hecho,
representa pi, podemos expresar facilmente (o la parte de ella) muy compacta como
"pi con un millon de bits de precision . " Ya que nunca podemos estar seguros de que
no hemos pasado por alto alguna representacion mas compacta de una secuencia de
informacion, cualquier cantidad de compresion que establece solo una cota superior
de la complejidad de la informacion. Murray Gell -Mann proporciona una definicion
de complejidad a lo largo de estas lineas. Se define el " contenido de informacion
algoritmica " (Ale) de un conjunto de informacion como " la longitud del programa
mas corto que hara que una computadora estandar universal para imprimir la cadena
de bits y luego se detuvo. " [4]
Sin embargo , el concepto de Gell -Mann no es totalmente adecuada. Si tenemos un
archivo con informacion aleatoria , se no puede ser comprimido. Esta observacion es,
de hecho , un criterio clave para determinar si una secuencia de numeros es
verdaderamente aleatoria . Sin embargo , si cualquier secuencia aleatoria va a hacer
por un diseno particular , a continuacion, esta informacion se puede

caracterizar por
una simple instruccion , tales como " poner secuencia aleatoria de numeros de aqui . "
Asi que la secuencia aleatoria , si se trata de diez bits o mil millones de bits , no
representa una cantidad significativa de complejidad , ya que se caracteriza por una
simple instruccion. Esta es la diferencia entre una secuencia aleatoria y una secuencia
impredecible de informacion que tiene un proposito .
Para ganar un poco de una mayor comprension de la naturaleza de la complejidad ,
tenga en cuenta la complejidad de una roca. Si tuvieramos que caracterizar todas las
propiedades (ubicacion exacta , el momento angular , giro , velocidad , etc) de cada
atomo en la roca , tendriamos una gran cantidad de informacion. A (2,2 libras) de
roca de un kilogramo tiene 1025 atomos que, como explicare en el proximo capitulo,
puede albergar hasta 1.027 bits de informacion. Esa es una cientos de millones de mil
millones de veces mas informacion que el codigo genetico de un ser humano
(incluso sin comprimir el codigo genetico) 0,5 Sin embargo, para la mayoria de los
propositos comunes , la mayor parte de esta informacion es en gran medida al azar y
de poca consecuencia . Asi que podemos caracterizar la roca para la mayoria de los
propositos con mucha menos informacion con solo especificar su forma y el tipo de
material del que esta hecho . Por lo tanto , es razonable considerar la complejidad de
una roca ordinaria a ser mucho menor que la de un ser humano a pesar de que la roca
contiene teoricamente grandes cantidades de informacion.[6]
Uno de los conceptos de complejidad es la cantidad minima de significado, no
aleatoria , pero impredecible informacion necesaria para caracterizar un sistema o
proceso .
En concepto de Gell -Mann , el CAE de una cadena aleatoria millones de bits seria de

alrededor de un millon de bits de longitud . Asi que estoy anadiendo a ALC concepto
de Gell -Mann la idea de sustituir cada cadena aleatoria con una simple instruccion
"poner bits aleatorios " aqui .
Sin embargo , incluso esto no es suficiente . Otra cuestion es planteada por las
cadenas de datos arbitrarios , como los nombres y numeros de telefono en la guia
telefonica , o mediciones periodicas de los niveles de radiacion o la temperatura .
Estos datos no es al azar , y los metodos de compresion de datos solo tendran exito en
la reduccion a un pequeno grado . Sin embargo, no representa la complejidad como
este termino se entiende en general . Es solo datos. Asi que tenemos otra sencilla
instruccion "poner secuencia de datos arbitraria" aqui .
Para resumir mi propuesta de medida de la complejidad de un sistema de
informacion, consideramos en primer lugar su AlC como Gell -Mann lo ha definido .
Luego reemplazamos cada cadena aleatoria con una simple instruccion para insertar
una cadena aleatoria . A continuacion, hacer lo mismo con cadenas de datos
arbitrarios. Ahora tenemos una medida de la complejidad que coincida
razonablemente nuestra intuicion .
Es una observacion razonable que los cambios de paradigma en un proceso evolutivo
como la biologia - y su continuacion a traves de la tecnologia de cada uno representan
un aumento de la complejidad , como lo he definido anteriormente. Por ejemplo , la
evolucion de ADN permitio organismos mas complejos , cuyos procesos de
informacion biologica podrian ser controlados por el almacenamiento de datos
flexible de la molecula de ADN . La explosion cambrica proporcionado un conjunto
estable de planes corporales de los animales (en el ADN) , por lo que el proceso
evolutivo podria concentrarse en el desarrollo cerebral mas

compleja . En la
tecnologia , la invencion de la computadora proporciona un medio para la civilizacion
humana para almacenar y manipular conjuntos cada vez mas complejas de
informacion . La amplia interconexion de Internet proporciona una mayor
complejidad.
"El aumento de la complejidad" por si solo no es, sin embargo , el objetivo final o
producto final de estos procesos evolutivos. Resultados de la evolucion de mejores
respuestas , unos no necesariamente mas complicadas. A veces una solucion superior
es otro mas sencillo . Asi que vamos a considerar otro concepto : el orden. El orden
no es el mismo que el opuesto del trastorno . Si el trastorno representa una secuencia
aleatoria de los acontecimientos, lo contrario de la enfermedad debe ser " no
aleatoriedad ". La informacion es una secuencia de datos que es significativa en un
proceso, tales como el codigo del ADN de un organismo o de los bits en un programa
de ordenador . "Noise ", en cambio , es una secuencia aleatoria . El ruido es
inherentemente impredecible, pero no lleva ninguna informacion. Informacion , sin
embargo , tambien es impredecible . Si podemos predecir datos futuros de los datos
anteriores, que los datos en el futuro deja de ser informacion. Por lo tanto , ni la
informacion ni el ruido se pueden comprimir (y restaurado a exactamente la misma
secuencia) . Podriamos considerar un patron predecible alterna (como 0.101.010 ...)
para ser ordenado, pero no lleva ninguna informacion mas alla de los dos primeros
bits.
Por lo tanto , el orden no constituye el fin , porque el orden requiere informacion. El
orden es la informacion que se ajuste a un proposito. La medida de orden es la
medida de lo bien que la informacion se ajusta a la finalidad . En la

evolucion de
formas de vida , el proposito es para sobrevivir . En un algoritmo evolutivo (un
programa informatico que simula la evolucion de resolver un problema) que se
aplica a, por ejemplo , el diseno de un motor a reaccion , el objetivo es optimizar el
rendimiento del motor , eficiencia, y posiblemente otra orden de medicion criteria.7
es mas dificil que la medicion de la complejidad . Existen medidas de complejidad
propone , como ya comente anteriormente. Por fin , necesitamos una medida de
"exito " que se adapta a cada situacion. Cuando creamos algoritmos evolutivos , el
programador tiene que proporcionar una medida de exito (llamada " funcion de
utilidad ") . En el proceso evolutivo del desarrollo de la tecnologia , podriamos
asignar una medida del exito economico.
Basta con tener mas informacion no necesariamente en un mejor ajuste. A veces , una
orden mas profundo - un mejor ajuste a un proposito - se consigue mediante la
simplificacion en lugar de nuevos aumentos en la complejidad . Por ejemplo , una
nueva teoria que une las ideas aparentemente dispares en una teoria mas amplia y
coherente reduce la complejidad , pero sin embargo puede aumentar el "orden con un
proposito. " (En este caso , el objetivo es modelar con precision los fenomenos
observados .) En efecto , el logro de las teorias mas simples es una fuerza impulsora
en la ciencia . (Como dijo Einstein : "Haz todo lo mas simple posible, pero no mas
simple . ")
Un ejemplo importante de este concepto es el que representa un paso clave en la
evolucion de los hominidos : el cambio en el punto de giro del pulgar , lo que permite
una manipulacion mas precisa del medio ambiente . " 8
Los primates como los chimpances pueden entender, pero que no pueden manipular

los objetos , ya sea con un " apreton de la energia ", o suficiente coordinacion motora
fina para escribir o para dar forma a los objetos. Un cambio en el punto de pivote del
pulgar no aumento significativamente la complejidad del animal pero no obstante no
representan un aumento de la orden , lo que permite , entre otras cosas , el desarrollo
de la tecnologia . La evolucion ha demostrado, sin embargo , que la tendencia general
hacia una mayor orden no suelen dar lugar a una mayor complexity.9
Mejorando de esta manera una solucion a un problema que por lo general aumenta
pero a veces disminuye el fin complejidad aumenta. Ahora nos queda la cuestion de
la definicion del problema . De hecho , la clave de un algoritmo evolutivo (y en
evolucion biologica y tecnologica en general) es exactamente esto: la definicion del
problema (que incluye la funcion de utilidad) . En la evolucion biologica del
problema general ha sido siempre para sobrevivir. En particular, los nichos
ecologicos esta primordiales traduce desafio en objetivos mas especificos , tales
como la capacidad de ciertas especies para sobrevivir en ambientes extremos o para
camuflarse de sus depredadores . Como la evolucion biologica se acerco a los
humanoides , el objetivo en si se desarrollo la capacidad de pensar mas adversarios y
para manipular el entorno en consecuencia.
Puede parecer que este aspecto de la ley de los retornos acelerados contradice la
segunda ley de la termodinamica , lo que implica que la entropia (aleatoriedad en un
sistema cerrado) no puede disminuir y , por lo tanto , en general increases.10 Sin
embargo , la ley de la aceleracion de devoluciones se refiere a la evolucion , que no
es un sistema cerrado . Se lleva a cabo en medio de un gran caos y de hecho depende
del trastorno en su seno , de la que extrae sus opciones a la

diversidad. Y a partir de
estas opciones, un proceso evolutivo poda continuamente sus opciones para crear
cada vez mayor orden. Incluso una crisis, como los grandes asteroides periodicas que
se han estrellado contra la Tierra , a pesar de un creciente caos temporal , terminan
aumentando mas profunda : el orden creado por la evolucion biologica.
En resumen , la evolucion de los aumentos orden, que el alcalde no puede aumentar
la complejidad (pero por lo general lo hace) . Una razon principal de que la
evolucion de las formas de vida o de tecnologia de velocidades para arriba es que se
basa en su propio orden creciente , con medios cada vez mas sofisticados de
grabacion y manipulacion de la informacion . Las innovaciones creadas por la
evolucion alentar y permitir una evolucion mas rapida . En el caso de la evolucion de
formas de vida , el primer ejemplo mas notable es el ADN , lo que proporciona una
transcripcion registrada y protegida de diseno de la vida desde la cual lanzar nuevos
experimentos . En el caso de la evolucion de la tecnologia , cada vez mejores
metodos humanos de la informacion de grabacion han fomentado aun mas avances en
la tecnologia . Los primeros equipos fueron disenados en papel y montados a mano.
Hoy en dia , estan disenadas en estaciones de trabajo , con los mismos equipos que se
resuelven muchos detalles de diseno de la siguiente generacion , y luego se producen
en fabricas totalmente automatizadas con solo una limitada intervencion humana .
El proceso evolutivo de la tecnologia mejora las capacidades de una manera
exponencial. Los innovadores buscan mejorar las capacidades de los multiplos . La
innovacion es multiplicativo y no aditivo. La tecnologia , como cualquier proceso
evolutivo , se basa en si mismo. Este aspecto seguira aceleradose

cuando la propia
tecnologia toma el control total de su propio progreso en el Epoca V.[11]
Podemos resumir los principios de la ley de la aceleracion de rendimiento de la
siguiente manera :
• Evolucion aplica retroalimentacion positiva : los metodos mas capaces que resultan
de una etapa de progreso evolutivo se utilizan para crear la siguiente etapa. Como se
describe en el capitulo anterior, cada epoca de la evolucion ha avanzado mas
rapidamente mediante la construccion de los productos de la etapa anterior.
Evolucion trabaja a traves de indireccion : evolucion los humanos creados , los seres
humanos crearon la tecnologia , los seres humanos estan ahora trabajando con la
tecnologia cada vez mas avanzada para crear nuevas generaciones de tecnologia. En
el momento de la singularidad , no habra una distincion entre los seres humanos y la
tecnologia . Esto no es porque los humanos se han convertido en lo que conocemos
como maquinas de hoy en dia, sino mas bien maquinas han evolucionado para ser
como los seres humanos y mas alla. La tecnologia sera el pulgar oponible metaforica
que permite a nuestro siguiente paso en la evolucion. El progreso (nuevos aumentos
de la orden), entonces se basa en procesos que ocurren a la velocidad de la luz en
lugar de en las reacciones electroquimicas muy lento pensando. Cada etapa de la
evolucion se basa en los frutos de la ultima etapa, por lo que el ritmo de avance de un
proceso evolutivo aumenta , al menos de forma exponencial con el tiempo. Con el
tiempo, el "orden" de la informacion integrada en el proceso evolutivo (la medida de
lo bien que la informacion se ajusta a un proposito, que en la evolucion es la
supervivencia) aumenta.
• Un proceso evolutivo no es un sistema cerrado , la evolucion se

basa en el caos en
el sistema mas grande en el que se lleva a cabo por sus opciones para la diversidad.
Debido a la evolucion tambien se basa en su propio orden creciente, en una orden de
proceso evolutivo aumenta exponencialmente
• Un correlato de esta observacion es que las "ganancias" de un proceso evolutivo
(como la velocidad, eficiencia , rentabilidad , o "poder " en general de un proceso)
tambien aumentan , al menos de forma exponencial con el tiempo. Vemos esto en la
ley de Moore, en el que cada nueva generacion de chip de computadora (que ahora
aparece cada dos anos aproximadamente) proporciona el doble de componentes por
costo unitario , cada uno de los cuales funciona mucho mas rapidamente (debido a
las distancias mas pequenas requeridas para los electrones a viajar dentro y entre
estos y otros factores). Como ilustro a continuacion , este crecimiento exponencial en
la potencia y el precio - rendimiento de las tecnologias basadas en la informacion no
se limita a los ordenadores , pero es cierto para esencialmente todas las tecnologias de
la informacion , e incluye el conocimiento humano , medido muchas maneras
diferentes . Tambien es importante tener en cuenta que el termino " tecnologia de la
informacion " esta abarcando una cada vez mas amplia clase de fenomenos , y en
ultima instancia, incluir toda la gama de la actividad economica y la iniciativa
cultural.
• En otro bucle de retroalimentacion positiva , el proceso evolutivo particular, mas
efectivo se vuelve – por ejemplo , mayor sera la capacidad y coste - eficacia que el
computo alcanza - cuanto mayor es la cantidad de recursos que se despliegan hacia el
mayor progreso de ese proceso . Esto se traduce en un segundo nivel de crecimiento
exponencial , es que , la tasa de crecimiento exponencial - el

exponente -si crece
exponencialmente . Por ejemplo , como se ve en la figura , en la pag .67 , "Ley de
Moore : La Quinta paradigma ", que tardo tres anos para duplicar el preciorendimiento
de computacion a principios del siglo XX , y dos anos en el medio del
siglo. Ahora se duplica aproximadamente una vez por ano . No solo es cada
duplicacion de chips en el poder cada ano por el mismo costo por unidad , pero el
numero de fichas que se fabrican tambien esta creciendo de manera exponencial , por
lo que los presupuestos de investigacion de computadoras han crecido de forma
espectacular en las ultimas decadas .
• La evolucion biologica es un tal proceso evolutivo. De hecho, es la quintaesencia
evolutiva proceso . Debido a que tuvo lugar en un sistema completamente abierto (en
oposicion a las restricciones artificiales en un algoritmo evolutivo) , muchos niveles
del sistema evolucionaron al mismo tiempo . No solo la informacion contenida en los
genes progreso de una especie hacia una mayor orden, pero el sistema global de la
ejecucion del proceso evolutivo en si se desarrolla de esta manera . Por ejemplo , el
numero de cromosomas y la secuencia de los genes en los cromosomas tambien han
evolucionado con el tiempo . Como otro ejemplo , la evolucion ha desarrollado
maneras de proteger la informacion genetica de defectos excesivos (aunque se
permite una pequena cantidad de mutacion , ya que este es un mecanismo beneficioso
para la mejora evolutiva en curso). Uno de los medios principales de lograr esto es la
repeticion de la informacion genetica en los cromosomas emparejados. Esto garantiza
que , incluso si un gen en un cromosoma esta danado , es probable que sea correcta y
eficaz su gen correspondiente . Incluso el desapareado cromosoma Y masculino ha

ideado medios de copias de seguridad de su informacion mediante la repeticion de
que en el cromosoma Y itself.12 Solo alrededor del 2 por ciento de los codigos del
genoma para proteins.13 El resto de la informacion genetica ha evolucionado medios
elaborados para controlar cuando y como los genes codificadores de proteinas se
expresan (producir proteinas) en un proceso que solo estamos empezando a
comprender . Por lo tanto , el proceso de la evolucion , tales como la tasa permitida
de la mutacion , en si ha evolucionado con el tiempo .
• La evolucion tecnologica es otro de esos proceso evolutivo. En efecto , la aparicion
de la primera especie de la tecnologia - creando resulto en el nuevo proceso de
evolucion de la tecnologia , lo que hace que la evolucion tecnologica una
consecuencia de - y una continuacion de la evolucion - biologica . Homo sapiens
evoluciono en el transcurso de unos pocos cientos de mil anos, y las primeras etapas
de la tecnologia humanoide creado (por ejemplo, la rueda , el fuego y las
herramientas de piedra) progreso ligeramente mas rapido , lo que requiere decenas
de miles de anos para evolucionar y ser ampliamente desplegados . Hace medio
milenio, el producto de un cambio de paradigma , como la imprenta tomo cerca de un
siglo para ser ampliamente desplegado . Hoy en dia, los productos de grandes
cambios de paradigma , tales como telefonos celulares y la World Wide Web, son
ampliamente adoptados en solo unos pocos anos.
• Un paradigma especifico (un metodo o enfoque para resolver un problema , por
ejemplo , la reduccion de los transistores en un circuito integrado como una manera
de hacer que los ordenadores mas potentes) genera crecimiento exponencial hasta
que su potencial se ha agotado . Cuando esto sucede , se produce un cambio de

paradigma , que permite el crecimiento exponencial para continuar.
El ciclo de vida de un paradigma . Cada paradigma se desarrolla en tres etapas :
1 . Crecimiento lento (la primera fase de crecimiento exponencial)
2 . El rapido crecimiento (la fase tardia, explosivo de crecimiento exponencial) ,
como se ve en la figura por debajo de la curva S
3 . Una estabilizacion como el paradigma particular, madura
La progresion de estas tres etapas se parece a la letra S , se extendia a la derecha . La
ilustracion de la curva S muestra como una tendencia exponencial en curso puede
estar compuesta de una cascada de curvas en S . Cada sucesiva curva S es mas rapido
(tarda menos tiempo en el tiempo, o x, eje y) y superior (ocupa mas espacio en la
actuacion, o Y , el eje) .
Curvas S (como se ve en una parcela lineal)
Una secuencia exponencial continuo formado por una cascada de curvas en S
(representacion lineal)
Curvas S (como se ve en una representación logarítmica)
La misma secuencia exponencial de las curvas S en una parcela logaritmica
S- curvas son tipicas de crecimiento biologico : la replicacion de un sistema de
complejidad relativamente fija (tal como un organismo de una especie en particular),
que operan en un nicho competitivo y luchando por los recursos locales finitas . Esto
ocurre a menudo , por ejemplo , cuando una especie pasa a un nuevo entorno
hospitalario . Su numero crecera exponencialmente durante un tiempo antes de
estabilizarse . El crecimiento exponencial general de un proceso evolutivo (si
molecular, biologica, cultural o tecnologico) reemplaza a los limites del crecimiento
visto en cualquier paradigma en particular (un S - curva especifica) como resultado
del aumento de la potencia y la eficiencia desarrollado en cada paradigma sucesiva .
El crecimiento exponencial de un proceso evolutivo , por lo tanto , se extiende por

curvas S multiple. El ejemplo contemporaneo mas importante de este fenomeno es
los cinco paradigmas de computacion se analizan a continuacion . Toda la progresion
de la evolucion observada en los graficos en la aceleracion del cambio de paradigma
en el capitulo anterior representa curvas S sucesiva . Cada evento clave , como
escribir o imprimir , representa un nuevo paradigma y una S - curva nueva .
La teoria de la evolucion del equilibrio puntuado (PE) describe la evolucion como
progreso a traves de periodos de cambios rapidos seguidos de periodos de relativa
stasis.14 hecho, los eventos clave en los graficos de epoca de eventos se
corresponden a nuevos periodos de crecimiento exponencial en orden (y , en general,
de la complejidad) , seguido por un crecimiento mas lento , ya que cada paradigma
se aproxima a su asintota (limite de capacidad) . Asi PE proporciona un modelo
evolutivo mas que un modelo que predice solo una progresion suave a traves de los
cambios de paradigma .
Pero los acontecimientos clave en el equilibrio puntuado , mientras que da lugar a
cambios mas rapidos , no representan saltos instantaneos . Por ejemplo , el
advenimiento de ADN permitio un aumento (pero no un salto inmediato) de mejora
evolutiva en el diseno del organismo y los aumentos resultantes en complejidad . En
la historia reciente tecnologica , la invencion de la computadora inicio otra oleada ,
todavia en curso , en la complejidad de la informacion que la civilizacion humana -
maquina es capaz de manejar . Este ultimo aumento no llegara a una asintota hasta
saturar la materia y la energia en nuestra region del universo con el calculo , basado
en limites fisicos que discutiremos en la seccion " ... en el destino inteligente del
Cosmos" en el capitulo 6.15

Durante esta tercera fase de maduracion o en el ciclo de vida de un paradigma , la
presion comienza a acumularse para el siguiente cambio de paradigma. En el caso de
la tecnologia, la investigacion de dolares se invierten para crear el siguiente
paradigma. Esto lo podemos ver en la extensa investigacion que se realizan hoy en
dia hacia la computacion molecular tridimensional , a pesar de que todavia nos queda
por lo menos una decada a la izquierda para el paradigma de reduccion de transistores
en un circuito integrado plano utilizando fotolitografia.
En general , en el momento en un paradigma acerca a su asintota en preciorendimiento
, el siguiente paradigma tecnico ya esta trabajando en aplicaciones de
nicho. Por ejemplo , en la decada de 1950 ingenieros estaban encogiendo los tubos de
vacio para proporcionar un mayor rendimiento de los precios de ordenadores , hasta
que el proceso se convirtio ya no es factible . En este momento, alrededor de 1960,
los transistores ya habian logrado un fuerte nicho de mercado en las radios portatiles
y fueron utilizados posteriormente para reemplazar los tubos de vacio en las
computadoras.
Los recursos que subyacen en el crecimiento exponencial de un proceso evolutivo
son relativamente acotadas . Uno de estos recursos es el fin del propio proceso
evolutivo (en constante crecimiento) (ya que, como he senalado , el productos de un
proceso evolutivo siguen creciendo en orden) . Cada etapa de la evolucion
proporciona las herramientas mas poderosas para la proxima . Por ejemplo , en la
evolucion biologica , el advenimiento de ADN activado mas potentes y mas rapido
"experimentos . " Evolutivos O, para tomar un ejemplo mas reciente, el advenimiento
de las herramientas de diseno asistido por ordenador permite un rapido desarrollo de

la proxima generacion de computadoras .
El otro recurso necesario para el crecimiento exponencial continuo de orden es el "
caos " del medio ambiente en el que el proceso evolutivo se lleva a cabo y que
proporciona las opciones para la diversidad . El caos proporciona la variabilidad para
permitir un proceso evolutivo para descubrir las soluciones mas potentes y eficientes .
En la evolucion biologica , una fuente de diversidad es la mezcla y combinacion de
combinaciones de genes a traves de la reproduccion sexual. La reproduccion sexual
en si fue una innovacion evolutiva que acelero todo el proceso de la adaptacion
biologica y proporcionan una mayor diversidad de combinaciones geneticas que la
reproduccion no sexual. Otras fuentes de la diversidad son las mutaciones y las
condiciones ambientales cambiantes . En la evolucion tecnologica , el ingenio
humano combinado con las condiciones variables del mercado mantiene el proceso
de innovacion en marcha.
Fractal Designs . Una cuestion clave sobre el contenido de informacion de los
sistemas biologicos es la forma en que es posible que el genoma , que contiene
comparativamente poca informacion , para producir un sistema tal como un humano ,
que es mucho mas compleja que la informacion genetica que lo describe. Una manera
de entender esto es para ver los disenos de la biologia como "fractales probabilisticos.
" Un determinista fractal es un diseno en el que un solo elemento de diseno (llamado
el " iniciador ") se sustituye con multiples elementos (denominados en conjunto el "
generador ") . En una segunda iteracion de la expansion del fractal , cada elemento
en el propio generador se convierte en un iniciador y se sustituye con los elementos
del generador de (a escala para el tamano mas pequeno de los iniciadores de segunda

generacion) . Este proceso se repite muchas veces , con cada elemento de nueva
creacion de un generador de convertirse en un iniciador y ser sustituido por un nuevo
generador de escala . Cada nueva generacion de expansion fractal anade complejidad
aparente, pero no requiere informacion adicional de diseno . Un fractal probabilistico
anade el elemento de incertidumbre . Mientras que un fractal determinista tendra el
mismo cada vez que se hace , un fractal probabilistico sera diferente cada vez, aunque
con caracteristicas similares. En un fractal probabilistica , la probabilidad de cada
elemento generador de ser aplicada es inferior a 1 . De esta manera , los disenos
resultantes tienen una apariencia mas organica . Fractales probabilisticos se utilizan
en los programas de graficos para generar imagenes de aspecto realista de montanas,
nubes, costas , follaje, y otras escenas organicos. Un aspecto clave de un fractal
probabilistico es que permite la generacion de una gran cantidad de complejidad
aparente , incluyendo una descripcion mas detallada variable , a partir de una
cantidad relativamente pequena de informacion sobre el diseno . Biologia utiliza este
mismo principio . Los genes proporcionan la informacion de diseno , pero el detalle
en el organismo es mucho mayor que la informacion de diseno genetico.
Algunos observadores interpretan erroneamente la cantidad de detalles en los
sistemas biologicos , tales como el cerebro con el argumento de , por ejemplo, que la
configuracion exacta de cada microestructura (por ejemplo, cada tubulo) en cada
neurona esta disenado con precision y debe ser exactamente la forma en que es para
el sistema para funcionar . Para entender como un sistema biologico como funciona
el cerebro , sin embargo , tenemos que entender sus principios de diseno , que son

mucho mas simple (es decir, contienen mucha menos informacion) que las
estructuras muy detalladas que la informacion genetica genera a traves de estos
iterativos , procesos de tipo fractal . Hay solo ochocientos millones de bytes de
informacion en todo el genoma humano , y solo alrededor de treinta hasta cien
millones bytes despues de que se aplica la compresion de datos . Esto es
aproximadamente cien millones de veces menos informacion que esta representada
por todas las conexiones interneuronales y los patrones de concentracion de
neurotransmisores en el cerebro humano completamente formado .
Considere como los principios de la ley de los retornos acelerados aplicables a las
epocas que hemos discutido en el primer capitulo . La combinacion de aminoacidos
en las proteinas y de los acidos nucleicos en las cadenas de ARN establecio el
paradigma basico de la biologia . Las cadenas de ARN (y mas tarde DNA) que se
auto- replica (Epoch dos) proporcionan un metodo digital para registrar los
resultados de los experimentos evolutivos. Mas tarde , la evolucion de una especie
que el pensamiento racional combinada (Epoch tres) con un apendice oponibles (el
pulgar) provoco un cambio de paradigma fundamental de la biologia a la tecnologia
(Epoca Cuatro) . El proximo cambio de paradigma primaria sera de pensamiento
biologico a un hibrido que combina pensamiento biologico y no biologico (Epoch
Cinco) , que incluira procesos " biologicamente inspirados " resultantes de la
ingenieria inversa de cerebros biologicos .
Si examinamos el calendario de estas epocas , vemos que han sido parte de un
proceso continuo de aceleracion . La evolucion de las formas de vida requiere miles
de millones de anos para sus primeros pasos (celulas primitivas , ADN) , y luego un

progreso acelerado . Durante la explosion del Cambrico , los principales cambios de
paradigma tuvieron solo unas decenas de millones de anos . Mas tarde, los
humanoides desarrollados a lo largo de un periodo de millones de anos , y el Homo
sapiens en un periodo de solo cientos de miles de anos . Con el advenimiento de la
tecnologia de una especie - creando el ritmo exponencial se convirtio en demasiado
rapido para la evolucion a traves de la sintesis de proteinas de ADN - guiada , y la
evolucion se traslado a la tecnologia creados por el hombre . Esto no implica que la
evolucion biologica (genetica) no es continua, solo que ya no se esta llevando el
ritmo en terminos de mejorar el orden (o de la eficacia y la eficiencia de la
computacion) .16

Evolución Hipermétrope . Hay muchas ramificaciones de la creciente complejidad y
que han resultado de la evolucion biologica y su continuacion a traves de la
tecnologia. Tenga en cuenta los limites de la observacion. Vida biologica temprana
puede observar los acontecimientos locales de varios milimetros de distancia, el uso
de gradientes quimicos. Cuando los animales avistados evolucionaron, fueron
capaces de observar los acontecimientos que eran millas de distancia . Con la
invencion del telescopio , los humanos pudieron ver otras galaxias a millones de anos
luz de distancia . Por el contrario , el uso de microscopios , podrian ver tambien las
estructuras celulares de tamano . Hoy en dia los humanos armados con la tecnologia
contemporanea puede ver hasta el borde del universo observable, una distancia de
mas de trece millones de anos luz , y hasta las particulas subatomicas a escala
cuantica .

Tenga en cuenta la duracion de la observacion . Animales unicelulares podian

recordar eventos de segundo , a partir de reacciones quimicas. Los animales con
cerebros pueden recordar eventos de dia . Primates con la cultura podrian transmitir
informacion a traves de varias generaciones. Las primeras civilizaciones humanas
con historias orales fueron capaces de preservar las historias de cientos de anos . Con
la llegada del lenguaje escrito la permanencia extenderse a miles de anos .
Como uno de los muchos ejemplos de la aceleracion de la tasa de cambio de
paradigma tecnologico, que tomo cerca de medio siglo de la invencion del telefono a
finales del siglo XIX hasta alcanzar niveles significativos de uso (ver la figura
siguiente) .[17]

El crecimiento de EE.UU. industria de telefonía (representación logarítmica)

En comparacion, la adopcion de la telefonia celular a finales del siglo XX tomo solo
una decada.[18]

Estimados usuarios de teléfonos celulares de Estados Unidos (representación logarítmica)

En general vemos una aceleracion suave en las tasas de adopcion de tecnologias de la
comunicacion en la ultima century.[19]
Mass uso de las invenciones :
Anos hasta su uso por . Poblacion EE.UU. (representacion logaritmica)
Como se discutio en el capitulo anterior, la tasa global de la adopcion de nuevos
paradigmas, que es paralelo a la velocidad de los avances tecnologicos, esta
duplicando cada diez anos. Es decir, el momento de adoptar nuevos paradigmas va a
la mitad de cada decada . A este ritmo , el avance tecnologico en el siglo XXI sera el
equivalente (en la vision lineal) a doscientos siglos de progreso (en el ritmo de
avance en 2000) .[20, 21]

El S - Curva de una tecnología que consten en su ciclo de vida

Una maquina es tan distintiva, brillante y con expresion humana, como una Sonata de
violin o un teorema de Euclides. - GREGORY VLASTOS
Esta muy lejos de ser el caligrafo monacal, trabajando en su celda, en silencio, con el
paso ligero " click, click " de la maquina de escribir moderna, que en un cuarto de
siglo ha revolucionado y reformado empresa. - Scientific American, 1905
La tecnologia de comunicacion nunca ha desaparecido, sino que se vuelve cada vez
menos importante cuando el horizonte tecnologico ensancha . - Arthur C. Clarke
Siempre tengo una pila de libros en mi escritorio para hojear cuando se me acaban las
ideas, me siento inquieto, o no necesito un tiro de la inspiracion. Recogiendo un
grueso volumen que recientemente he adquirido, me considero oficio de apuestas:470
paginas finamente impresos organizados en firmas de 16 paginas , todo lo cual se
cosen con hilo blanco y pegados sobre un cable de tela gris. Las cubiertas de lino -
enlazados duros , estampadas con letras de oro , estan conectados al bloque de firma
por las hojas finales en relieve delicadamente . Esta es una tecnologia que fue
perfeccionado hace muchas decadas. Libros constituyen un elemento integral de
nuestra sociedad , tanto la reflexion y la formacion de su cultura - que es dificil
imaginar la vida sin ellos. Pero el libro impreso , como cualquier otra tecnologia , no
vivir para siempre.

El ciclo de vida de una tecnología

Podemos identificar siete etapas distintas en el ciclo de vida de una tecnologia .
1 . Durante la etapa precursora, los requisitos previos de una tecnologia de existir , y
los sonadores pueden contemplar estos elementos se unen. No obstante, consideran
que suenan con ser el mismo que inventar, aunque los suenos se escriben. Leonardo
da Vinci dibujo imagenes convincentes de aviones y automoviles ,

pero no se
considera que ha inventado tampoco.
2 . La siguiente etapa , uno altamente celebra en nuestra cultura , es invencion , un
muy breve etapa , similar en algunos aspectos al proceso de nacimiento despues de un
periodo prolongado de trabajo . Aqui el inventor combina curiosidad, habilidades
cientificas , la determinacion, y por lo general de espectacularidad de combinar
metodos de una manera nueva y trae una nueva tecnologia para la vida.
3 . La siguiente etapa es el desarrollo , durante el cual la invencion esta protegido y
apoyado por guardianes doting (que puede incluir el inventor original) . A menudo,
esta etapa es mas crucial que invencion y puede implicar la creacion adicional que
puede tener mayor importancia que la propia invencion . Muchos manitas habian
construido finamente carruajes sin caballos a mano afinados , pero fue la innovacion
de Henry Ford de la produccion en masa que permitio al automovil para echar raices
y florecer .
4 . La cuarta etapa es la madurez . Aunque continua evolucionando , la tecnologia
ahora tiene una vida propia y se ha convertido en una parte establecida de la
comunidad. Puede llegar a ser de entrelazado en el tejido de la vida que parece que
muchos observadores que va a durar para siempre. Esto crea un drama interesante
cuando llega la etapa siguiente , que yo llamo la etapa de los falsos pretendientes .
5 . Aqui un advenedizo amenaza con eclipsar la tecnologia mas antigua . Sus
entusiastas predicen la victoria antes de tiempo .
Mientras que proporciona algunos beneficios distintos, la nueva tecnologia se
encuentra en la reflexion a faltar algun elemento fundamental de la funcionalidad o la
calidad. Cuando en realidad no desalojar el orden establecido , los conservadores

tecnologia toman esto como evidencia de que el enfoque original de hecho vivir para
siempre.
6 . Esto suele ser una victoria de corta duracion para la tecnologia de envejecimiento.
Poco despues , otra nueva tecnologia tipicamente tiene exito en la prestacion de la
tecnologia original a la etapa de obsolescencia . En esta parte del ciclo de vida , la
tecnologia vive sus anos dorados en la declinacion gradual, el proposito original y
funcionalidad ahora subsumidos por un mas agil competidor.
7 . En esta etapa , que puede comprender de 5 a 10 por ciento de ciclo de vida de una
tecnologia , que finalmente produce a antiguedad (al igual que el caballo y el coche),
el clavicordio, el disco de vinilo , y la maquina de escribir manual) .
A mediados del siglo XIX hubo varios precursores del fonografo , incluyendo de
Leon de Scott de Martinville fonoautografo , un dispositivo que registra las
vibraciones del sonido como un dibujo impreso . Fue Thomas Edison , sin embargo ,
que reunio a todos los elementos juntos e invento el primer dispositivo capaz de
grabar y reproducir sonido en 1877. Otras mejoras eran necesarias para el fonografo
para convertirse en comercialmente viable. Se convirtio en una tecnologia
completamente madura en 1949 cuando Columbia introdujo la grabacion de larga
duracion de 33 rpm (LP) y RCA introdujo el disco 45 rpm . El falso pretendiente era
la cinta de cassette, introducido en la decada de 1960 y popularizo durante la decada
de 1970 . Los primeros entusiastas predijeron que su pequeno tamano y la capacidad
de ser regrabado harian el registro relativamente voluminosos y raspar obsoleto.
A pesar de estos beneficios , casetes carecen de acceso aleatorio y son propensos a
sus propias formas de distorsion y la falta de fidelidad. El disco compacto (CD)
asesto el golpe mortal. Con el CD que proporciona el acceso

aleatorio y un nivel de
calidad cerca de los limites del sistema auditivo humano , el fonografo rapidamente
entro en la etapa de obsolescencia. Aunque todavia se produce , la tecnologia que
Edison dio a luz hace casi 130 anos ha alcanzado la antiguedad.
Considere el piano, un area de tecnologia que he estado involucrado personalmente
con replicar . En el siglo XVIII temprano Bartolommeo Cristifori estaba buscando
una manera de proporcionar una respuesta tactil para el clavicordio entonces popular
para que el volumen de las notas que varian con la intensidad del toque del interprete.
Llamado gravicembalo cal de piano e forte (" clavecin con suave y fuerte "), su
invencion no fue un exito inmediato . Otras mejoras , incluyendo la accion de Viena
de Stein y la accion del Ingles Zumpe , ayudaron a establecer el "piano" como el
instrumento de teclado por excelencia . Se alcanzo la madurez con el desarrollo de la
trama de hierro fundido completa , patentado en 1825 por Alfeo Babcock , y ha visto
solo sutiles refinamientos desde entonces . El falso pretendiente era el piano electrico
de la decada de 1980 . Ofrecia sustancialmente mayor funcionalidad. En comparacion
con el solo sonido (piano) del piano acustico , la variante electronica ofrece docenas
de sonidos de instrumentos , secuenciadores que permitian al usuario reproducir toda
una orquesta a la vez , el acompanamiento automatico , programa de educacion para
ensenar las habilidades del teclado , y muchas otras caracteristicas . La unica
caracteristica que le faltaba era un sonido de piano de buena calidad.
Este defecto fundamental y la falta resultante de la primera generacion de pianos
electronicos llevaron a la conclusion general de que el piano no seria reemplazada por
la electronica . Pero la "victoria " del piano acustico no sera permanente . Con la

mayor variedad de caracteristicas y precio rendimiento , pianos digitales ya superan
las ventas de pianos acusticos en los hogares. Muchos observadores consideran que la
calidad del sonido "piano" en los pianos digitales ahora es igual o superior a la del
piano acustico vertical. Con exclusion de conciertos y lujo pianos de cola (una
pequena parte del mercado) , la venta de pianos acusticos esta en declive .

De Cabra Skins para Descargas

Asi que en el ciclo de vida de la tecnologia es el libro ? Entre sus precursores eran
tablillas de arcilla mesopotamicas y egipcias rollos de papiro . En el siglo II antes de
Cristo , los Tolomeos de Egipto crearon una gran biblioteca de pergaminos en
Alejandria y prohibieron la exportacion de papiro para desalentar la competencia .
.Cuales fueron tal vez los primeros libros fueron creados por Eumenes II, gobernante
de la antigua Perganum griega , el uso de paginas de pergamino hechos de pieles de
cabras y ovejas , que fueron cosidas juntas entre las tapas de madera . Esta tecnica
permitio Eumenes para compilar una biblioteca igual a la de Alejandria. Por la misma
epoca , los chinos tambien ha desarrollado una forma cruda de libro hecha de tiras de
bambu .
El desarrollo y la maduracion de los libros ha consistido en tres grandes avances .
Impresion , experimento primero con la de los chinos en el siglo VIII dC con bloques
de madera sobrantes , libros permitidos sean reproducidos en cantidades mucho
mayores , ampliando su audiencia mas alla del gobierno y lideres religiosos. De
mayor importancia fue la llegada de los tipos moviles , que los chinos y los coreanos
experimento en el siglo XI , pero la complejidad de los caracteres asiaticos prevenir
estos primeros intentos de ser un exito total . Johannes Gutenberg de trabajo en el

siglo XV , se beneficio de la relativa simplicidad del conjunto de caracteres Roman .
El saco su Biblia, el primer trabajo a gran escala impresa en su totalidad con tipos
moviles, en 1455 .
Si bien ha habido un flujo continuo de mejoras evolutivas en el proceso mecanico y
electromecanico de la impresion , la tecnologia de apuestas no vio otro salto de
calidad hasta la disponibilidad de composicion tipografica equipo , que acabo con
tipos moviles hace dos decadas. La tipografia es ahora considerado como una parte
de procesamiento de imagen digital.
Con los libros de una tecnologia totalmente madura , los falsos pretendientes llegaron
hace unos veinte anos, con la primera ola de " libros electronicos". Como suele ser el
caso, estos falsos pretendientes ofrecen cualitativa dramatico y beneficios
cuantitativos . Basado en memoria flash de libros electronicos en CD-ROM o puede
proporcionar el equivalente de miles de libros con la busqueda de gran alcance
basado en computadora y las funciones de navegacion de conocimiento. Con la Web
o CD- ROM y DVD- basado enciclopedias , puedo realizar busquedas de palabras
rapidas utilizando extensas reglas logicas , algo que no es posible con los treinta y
tres volumenes de " libro ", la version que poseo. Los libros electronicos pueden
proporcionar imagenes que estan animados y que responden a nuestra entrada. Las
paginas no necesariamente estan ordenados secuencialmente , pero se pueden
explorar a lo largo de las conexiones mas intuitivos.
Al igual que con el disco de vinilo y el piano , esta primera generacion de falsos
pretendientes era (y sigue siendo) falta una cualidad esencial de la original, que en
este caso son las caracteristicas visuales excelentes de papel y tinta. Papel no
parpadea , mientras que la tipica pantalla de ordenador esta

mostrando sesenta o mas
campos por segundo . Este es un problema debido a una adaptacion evolutiva del
sistema visual de los primates . Somos capaces de ver solo una pequena porcion del
campo visual de alta resolucion. Esta parte , fotografiada por la fovea de la retina , se
centra en un area del tamano de una sola palabra a los veintidos centimetros de
distancia . Fuera de la fovea, tenemos muy poca resolucion, pero exquisita
sensibilidad a los cambios en el brillo , una habilidad que permitio a nuestros
antepasados primates para detectar rapidamente un depredador que podria atacar . El
parpadeo constante de una matriz de graficos de video (VGA), la pantalla del
ordenador es detectado por nuestros ojos como el movimiento y hace que el
movimiento constante de la fovea . Esto reduce considerablemente las velocidades de
lectura. que es una de las razones que la lectura en la pantalla es menos agradable que
la lectura de un libro impreso. Este tema en particular se ha resuelto con las pantallas
planas , que no parpadean .
Otros asuntos cruciales incluyen contraste , un libro de buena calidad tiene un
contraste de tinta al papel de alrededor de 120:1 ; pantallas tipicas son tal vez la mitad
de eso, y la resolucion. Impresion y las ilustraciones de un libro representan una
resolucion de alrededor de 600 a 1000 puntos por pulgada (ppp), mientras que las
pantallas de ordenador son una decima parte de eso.
El tamano y el peso de los dispositivos computarizados se estan acercando a las de
los libros , pero los dispositivos son aun mas pesado que un libro de bolsillo . Libros
de papel tambien no se queda sin bateria.
Lo mas importante, esta el tema de los programas disponibles , y me refiero a la
enorme base instalada de los libros impresos . Cincuenta mil nuevos libros impresos

se publican cada ano en los Estados Unidos , y millones de libros ya estan en
circulacion. Hay grandes esfuerzos en curso para explorar y digitalizar los materiales
de impresion , pero sera un largo tiempo antes de que las bases de datos electronicas
tienen una riqueza comparable de material. El obstaculo mas grande aqui es la
vacilacion comprensible de los editores para que las versiones electronicas de sus
libros disponibles , teniendo en cuenta el efecto devastador que el intercambio ilegal
de archivos ha tenido en la industria de la musica - grabacion.
Las soluciones estan surgiendo para cada una de estas limitaciones. Nuevas
tecnologias de visualizacion , de bajo costo tienen contraste, la resolucion , la falta de
parpadeo, y la visualizacion y comparables a los documentos en papel de alta calidad.
Energia de celulas de combustible para dispositivos electronicos portatiles se esta
introduciendo , que mantendra los dispositivos electronicos alimentados por cientos
de horas entre los cambios de combustible del cartucho . Dispositivos electronicos
portatiles ya son comparables con el tamano y el peso de un libro . El principal
problema se va a encontrar medios seguros de que la informacion electronica
disponible . Esta es una preocupacion fundamental para todos los niveles de nuestra
economia. Todo, incluyendo los productos fisicos, una vez que la fabricacion basados
en la nanotecnologia se convierte en una realidad dentro de unos veinte anos, se esta
convirtiendo en la informacion.

Ley más allá de Moore

Cuando una calculadora en la ENIAC esta equipada con 18.000 tubos de vacio y pesa
30 toneladas , las computadoras en el futuro puede tener solo 1.000 tubos de vacio y
quizas pesa 1,5 toneladas. MECANICA - popular, 1949
Ciencias de la Computacion no es mas acerca de las computadoras que la astronomia

con los telescopios . -E. W. DIJKSTRA
Antes de analizar mas las consecuencias de la Singularidad , vamos a examinar la
amplia gama de tecnologias que estan sujetos a la ley de rendimientos acelerados . La
tendencia exponencial que ha ganado el mayor reconocimiento publico se ha vuelto
conocido como la Ley de Moore. A mediados de la decada de 1970 , Gordon Moore,
un inventor lider de circuitos integrados y mas tarde presidente de Intel, observo que
podriamos exprimir el doble de transistores en un circuito integrado cada veinticuatro
meses (a mediados de la decada de 1960, habia estimado doce meses). Dado que los
electrones tanto tienen menos distancia para viajar, los circuitos tambien se ejecutaran
mas rapido , proporcionando un impulso adicional a la potencia de calculo total. El
resultado es el crecimiento exponencial de la relacion precio-rendimiento de la
computacion . Esta tasa de doce meses - duplicacion es mucho mas rapido que la tasa
de duplicacion de cambio de paradigma que he hablado antes , que es cerca de diez
anos. Por lo general, nos encontramos con que el tiempo de duplicacion de diferentes
medidas - precio-rendimiento , ancho de banda , el fomento de la capacidad de la
tecnologia de la informacion es de un ano .
La principal fuerza impulsora de la Ley de Moore es una reduccion de
semiconductores incluyen tamanos , que reduzca en un medio cada 5,4 anos en cada
dimension. (Ver la figura siguiente). Desde chips son funcionalmente en dos
dimensiones , lo que significa duplicar el numero de elementos por cada milimetro
cuadrado 2,7 anos.[22]
En las siguientes tablas se combinan datos historicos con la hoja de ruta de la
industria de semiconductores (International
Guia de Innovacion Tecnologica para Semiconductores [ITRS] de Sematech) , que

se proyecta hasta el 2018 .

RAM dinámica :

Mas pequeno (llamado "Half Pitch") Reportaje tamano
(representacion logaritmica)
5,4 anos : Reducir a la mitad el tiempo

El costo de la DRAM (memoria dinamica de acceso aleatorio) por milimetro
cuadrado tambien ha ido disminuyendo . El tiempo de duplicacion de bits de DRAM
por dolar ha sido solo 1,5 anos [23]

RAM dinámica Precio:

Bits por dolar en Produccion (Dolares del paquete) (representacion logaritmica) 1,5
anos : Tiempo de duplicacion . Tenga en cuenta que las velocidades de DRAM han
aumentado durante este tiempo .

Una tendencia similar se observa con los transistores . Usted podria comprar un
transistor por un dolar en 1968 y en 2002 un dolar compro unos diez millones de
transistores . Desde DRAM es un campo especializado que ha visto su propia
innovacion , el tiempo de reduccion a la mitad de precio medio transistor es
ligeramente mas lento que el DRAM, alrededor de 1,6 anos (vease la figura siguiente)

Promedio Transistor Precio (representación logarítmica)

1,6 anos : Reducir a la mitad el tiempo .

Esta aceleracion notablemente suave en el precio - rendimiento de los
semiconductores ha progresado a traves de una serie de etapas de tecnologias de
proceso (que se define por tamanos de la caracteristica) en dimensiones cada vez mas
pequenas . El tamano de la tecla de funcion esta descendiendo por debajo de cien
nanometros , que se considera el umbral de la " nanotecnologia "

Los costos de fabricación de transistores Falling
(representación logarítmica)

A diferencia de rosa de Gertrude Stein , que no es el caso de que un transistor es un
transistor es un transistor . A medida que se han convertido en mas pequeno y menos
caro , los transistores tambien se han convertido en mas rapido por

un factor de
alrededor de mil a lo largo de los ultimos treinta anos (ver la figura siguiente) - de
nuevo , debido a que los electrones tienen menos distancia para travel.

Velocidad de reloj del microprocesador (representación logarítmica)

3 anos: tiempo de duplicacion .

Si combinamos las tendencias exponenciales hacia transistores menos costosos y
tiempos de ciclo mas rapidos , nos encontramos con una reduccion a la mitad el
tiempo de solo 1,1 anos en el costo por ciclo de transistor (vease la figura belowl.[27]
El costo por ciclo de transistor es una medida global mas precisa de calidad-precio ,
ya que toma en cuenta tanto la velocidad y la capacidad. Pero el costo por ciclo de
transistor todavia no tiene en cuenta la innovacion en los niveles superiores de diseno
(como el diseno de microprocesadores) que mejora la eficiencia computacional.

Microprocesador Costo por ciclo Transistor (representación logarítmica)

1,1 anos : Reducir a la mitad el tiempo .

El numero de transistores en procesadores Intel se ha duplicado cada dos anos (vease
la figura siguiente) . Existen otros factores que han impulsado el precio-rendimiento ,
incluyendo velocidad de reloj , la reduccion en el costo por microprocesador y el
diseno del procesador innovations.[28]

Transistores por microprocesador (representación logarítmica)

2 anos: Tiempo de duplicacion .

El rendimiento del procesador en MIPS se ha duplicado cada 1,8 anos por procesador
(consulte la figura siguiente) . Una vez mas, tenga en cuenta que el costo por
procesador tambien ha disminuido a traves de este periodo.[29]

Rendimiento del procesador (MIPS)

(representacion logaritmica) tiempo oubling : 1,8 anos .

Si examino mis mas de cuatro decadas de experiencia en esta industria, que se puede

comparar el equipo MIT I utilizada como estudiante a finales de 1960 a un notebook
reciente. En 1967 tuve acceso a un multimillonario IBM 7094 con 32 K (36 - bit)
palabras de memoria y un cuarto de la velocidad del procesador MIPS. En 2004 he
usado una computadora personal $ 2,000 con un medio de millones de bytes de
memoria RAM y una velocidad de procesador de unos 2.000 MIPS. El equipo del
MIT fue de aproximadamente un millar de veces mas caro, por lo que la relacion de
costo por MIPS es de unos ocho millones a uno.

Medida IBM 7094 -1967 Notebook - 2004

Velocidad del procesador (MIPS) 0,25 2,000
Memoria principal (Bytes K) 144 256,000
Costo aproximado (2.003 $) $ 11,000,000 $ 2.000

Mi ordenador reciente ofrece 2.000 MIPS de procesamiento a un costo que es de
aproximadamente 2-24 inferior a la de la computadora que use en 1967 . Eso es 24
duplicaciones en 37 anos , o alrededor de 18,5 meses por duplicacion . Si tenemos en
cuenta el incremento del valor de los aproximadamente 2.000 veces mayor RAM,
enormes aumentos de almacenamiento en disco, y la instruccion mas potente juego de
mi equipo circa 2004 , asi como importantes mejoras en la velocidad de la
comunicacion , el software mas de gran alcance , y otros factores , el tiempo de
duplicacion se reduce aun mas.

A pesar de esta masiva deflacion en el costo de tecnologias de la informacion , la
demanda se ha mas que mantenido. El numero de bits enviados se ha duplicado cada
1,1 anos , mas rapido que el tiempo de reducir a la mitad en el costo por bit, lo que es
de 1,5 anos.30 Como resultado , la industria de semiconductores disfruto de un 18 por
ciento de crecimiento anual de los ingresos totales de 1958 a 2.002 31 Toda la
informacion industria de la tecnologia (IT) ha pasado de 4,2 por ciento del producto

interno bruto en 1977 a 8,2 por ciento en 1998.32 TI se ha convertido cada vez mas
influyente en todos los sectores economicos. La participacion en el valor aportado por
la tecnologia de informacion para la mayoria de categorias de productos y servicios
esta aumentando rapidamente. Incluso los productos fabricados comunes, tales como
mesas y sillas tienen un contenido de informacion , representada por sus disenos
computarizados y la programacion de los sistemas de inventarios y sistemas de
adquisicion automatizada de fabricacion utilizados en su montaje.

Bitts totales Envío (representación logarítmica)

1,1 anos : Tiempo de duplicacion .

Duplicar (a la mitad) Times 33

RAM dinamica "Half Pitch" Feature Tamano (funcion de chip mas pequeno) 5,4 anos
RAM dinamica (bits por dolar) 1,5 anos
Transistor Precio promedio 1,6 anos
Microprocesador ciclo de costo por transistor de 1,1 anos
Bits totales Envio 1,1 anos de rendimiento del procesador MIPS de 1,8 anos
Transistores en los microprocesadores Intel de 2,0 anos
Microprocesador Velocidad de reloj 3,0 anos

Ley de Moore : profecía autocumplida ?

Algunos observadores han senalado que la Ley de Moore no es mas que una profecia
autocumplida : que los participantes de la industria anticipan donde tienen que estar,
en particular en el futuro , y organizar su desarrollo de la investigacion
correspondiente. Propia hoja de ruta por escrito de la industria es un buen ejemplo de
this.34 Sin embargo , las tendencias exponenciales en tecnologia de la informacion
son mucho mas amplios que los contemplados en la Ley de Moore . Vemos el mismo
tipo de tendencias en esencialmente cada tecnologia o medicion que se ocupa de la
informacion. Esto incluye muchas tecnologias en las que una percepcion de la
aceleracion de precio-rendimiento no existe o no ha sido previamente articulado (ver

mas abajo) . Incluso dentro de computacion en si , el crecimiento de la capacidad de
costo por unidad es mucho mas amplio que lo que la ley de Moore solo podria
predecir .
La Quinta Paradigm
La Ley de Moore no es en realidad el primer paradigma en los sistemas
computacionales. Esto se puede ver si se traza la relacion precio-rendimiento medido
por instrucciones por segundo por cada mil dolares constantes - de cuarenta y nueve
famosos sistemas computacionales y equipos que abarcan el siglo XX (vease la figura
siguiente) .
Ley de Moore:
El quinto paradigma (representacion logaritmica)
Los cinco paradigmas de crecimiento exponencial de la informatica : Cada vez que
un paradigma ha perdido fuelle , otro se ha recuperado el ritmo . Como la figura muestra , en realidad habia cuatro diferentes paradigmas -
electromecanicos, reles , tubos de vacio y los transistores discretos, que mostro un
crecimiento exponencial en el precio y rendimiento de computacion mucho antes de
que los circuitos integrados eran incluso inventados . Y el paradigma de Moore no
sera la ultima . Cuando la Ley de Moore llega al final de su curva S , ahora se espera
antes de 2020 , el crecimiento exponencial continuara con la computacion molecular
tridimensional , que constituira la sexta paradigma .
Dimensiones fractal y el cerebro
Tenga en cuenta que el uso de la tercera dimension en los sistemas de computacion
no es una o la otra opcion sino un continuum entre dos y tres dimensiones. En
terminos de inteligencia biologica , la corteza humana es en realidad bastante plana ,
con solo seis capas delgadas que se doblan elaboradamente , una arquitectura que
aumenta en gran medida la superficie . El plegado de una manera de utilizar la tercera

dimension . En los sistemas de "fractal" (sistemas en los que se aplica iterativamente
un reemplazo dibujo o metro plegable) , se consideran estructuras que estan
elaboradamente pliegan para constituir una dimension parcial. Desde ese punto de
vista, la superficie enrevesada de la corteza cerebral humana representa un numero de
dimensiones en entre dos y tres . Otras estructuras del cerebro, tales como el
cerebelo , son tridimensionales , pero comprenden una estructura de repeticion que es
esencialmente de dos dimensiones . Es probable que nuestros futuros sistemas
computacionales tambien se combinaran los sistemas que son altamente plegadas
sistemas de dos dimensiones con estructuras completamente tridimensional .
Observe que la figura muestra una curva exponencial en una escala logaritmica , lo
que indica dos niveles de exponencial growth.[36] En otras palabras , hay un
crecimiento exponencial suave pero inconfundible en la tasa de crecimiento
exponencial . (Una linea recta en una escala logaritmica muestra un crecimiento
exponencial simple , una linea curva hacia arriba, muestra un crecimiento
exponencial mas alto de lo simple.) Como puede ver , le tomo tres anos para duplicar
el precio-rendimiento de la informatica a principios del siglo XX siglo y dos anos en
el medio, y se tarda alrededor de un ano currently.[37]
Hans Moravec proporciona el siguiente cuadro similar (vease la figura siguiente) ,
que utiliza un conjunto de equipos historicos y parcelas lineas de tendencia (pistas)
en diferentes momentos diferentes pero se superponen. Al igual que con la figura de
arriba , la pendiente aumenta con el tiempo , lo que refleja el segundo nivel de
exponencial growth.[38]

Evolución de la potencia / coste Computer (representación logarítmica)

Si proyectamos estas tendencias de rendimiento de computo a traves de este nuevo
siglo , podemos ver en la siguiente figura que los superordenadores coincidira con la
capacidad del cerebro humano para fines de esta decada y la informatica personal
lograra que alrededor de 2020 o posiblemente antes , dependiendo de la conservadora
una estimacion de la capacidad del cerebro humano que usar. (Hablaremos de las
estimaciones de velocidad computacional del cerebro humano en el proximo
capitulo.[39]

El crecimiento exponencial de la computación :

Twentieth traves Siglo XXI (representacion logaritmica)

El crecimiento exponencial de la computacion es un ejemplo maravilloso cuantitativa
de las exponencialmente crecientes rendimientos de un proceso evolutivo. Podemos
expresar el crecimiento exponencial de la computacion en funcion de su ritmo
acelerado : tardo noventa anos para alcanzar los primeros MIPS por cada mil dolares ,
ahora le sumamos uno MIPS por mil dolares cada cinco hours.[40]

El crecimiento de la energía de Supercomputación (representación logarítmica)

1,2 anos : Tiempo de duplicacion

Blue Gene /P superordenador de IBM esta planeado para tener un millon de gigaflops
(miles de millones de operaciones de punto flotante por segundo) , o 1015 calculos
por segundo cuando se lance en 2007.[41] Esa es una decima parte de la 10^{16} calculos
por segundo necesarios para emular el cerebro humano (vease el capitulo siguiente) .

Y si extrapolar esta curva exponencial , obtenemos 10^{16} calculos por segundo a
principios de la proxima decada.

Como se discutio anteriormente , la Ley de Moore se refiere estrictamente al numero
de transistores en un circuito integrado de tamano fijo y, a veces se ha expresado aun
mas restringida en terminos de tamano de la caracteristica del transistor . Pero la

medida mas adecuada para realizar un seguimiento calidad-precio es la velocidad de
calculo del coste unitario , un indice que tiene en cuenta los diferentes niveles de "
inteligencia " (innovacion, es decir , la evolucion tecnologica). Ademas de todo lo de
la invencion que participan en los circuitos integrados , hay multiples capas de
mejora en diseno por ordenador (por ejemplo, la canalizacion, el procesamiento en
paralelo , la instruccion look-ahead , la instruccion y el almacenamiento en cache de
memoria , y muchos otros) .
El cerebro humano utiliza un proceso computacional analogico digital controlada
electroquimico muy ineficiente. La mayor parte de sus calculos se llevan a cabo en
las conexiones interneuronales a una velocidad de solo alrededor de doscientos
calculos por segundo (en cada conexion) , que es al menos un millon de veces mas
lento que los circuitos electronicos actuales . Pero el cerebro adquiere sus poderes
prodigiosas de su organizacion extremadamente paralelo en tres dimensiones . Hay
muchas tecnologias en las alas que construiran un circuito en tres dimensiones, que
discuto en el capitulo siguiente .
Podriamos preguntarnos si existen limites inherentes a la capacidad de materia y
energia para apoyar los procesos computacionales. Este es un tema importante, pero
como veremos en el proximo capitulo , no se acercara a esos limites hasta finales de
este siglo. Es importante distinguir entre la curva en S que es caracteristico de
cualquier paradigma tecnologico especifico y el crecimiento exponencial continuo
que es caracteristico del proceso evolutivo en curso dentro de una amplia area de la
tecnologia , tales como calculo . Paradigmas especificos, tales como la Ley de Moore,
no en ultima instancia, llegar a niveles en los que el crecimiento exponencial ya no es

viable . Sin embargo, el crecimiento de la computacion reemplaza a cualquiera de sus
paradigmas subyacentes y es para los propositos actuales, una exponenciales en curso
De acuerdo con la ley de los retornos acelerados , cambio de paradigma (tambien
llamado innovacion) convierte la curva S de cualquier paradigma especifico en un
exponencial de continuar. Un nuevo paradigma , tales como circuitos
tridimensionales , asume el control cuando el viejo paradigma se acerca a su limite
natural , que ya ha ocurrido al menos cuatro veces en la historia de la computacion .
En las especies no humanas tales como los monos , el dominio de una herramienta de
decisiones o - usando habilidad por cada animal se caracteriza por una curva de
aprendizaje en forma de S que termina abruptamente ; tecnologia creados por el
hombre , en contraste , ha seguido un patron exponencial de crecimiento y
aceleracion desde su creacion .

Secuenciación de ADN, Memoria, Comunicaciones, Internet, y Miniaturización

La civilizacion avanza mediante la ampliacion del numero de operaciones
importantes que podemos realizar sin pensar en ellas. - Alfred North Whitehead,
1911[42]
Las cosas son mas como lo son ahora de lo que eran antes. - Dwight D. Eisenhower
La ley de retornos acelerados se aplica a todos los de la tecnologia , de hecho a
cualquier proceso evolutivo . Puede ser trazado con notable precision en las
tecnologias basadas en la informacion porque tenemos indices bien definidos (por
ejemplo, calculos por segundo por dolar , o calculos por segundo por gramo) para
medirlos . Hay un gran numero de ejemplos del crecimiento exponencial A implicitos
en la ley de los retornos acelerados , en areas tan diversas como la electronica de todo

tipo , la secuencia de ADN , las comunicaciones , la exploracion del cerebro , la
ingenieria inversa del cerebro , el tamano y el alcance del conocimiento humano, y el
tamano de la rapida disminucion de la tecnologia. La ultima tendencia esta
directamente relacionada con la aparicion de la nanotecnologia .
El futuro GNR (genetica , nanotecnologia , robotica) de edad
(vease el capitulo 5)
se lograra no por la explosion exponencial de la computacion solo, sino mas bien de
las sinergias y la interaccion multitud que la voluntad resultado de multiples avances
tecnologicos entrelazadas . En cada punto de la curva exponencial de crecimiento se
basa esta panoplia de tecnologias representa un drama humano intenso de la
innovacion y la competencia, debemos tener en cuenta que destacar que estos
caoticos procesos dan lugar a tales tendencias exponenciales suaves y predecibles .
Esto no es una coincidencia, pero es una caracteristica inherente de los procesos
evolutivos .
Cuando el genoma humano -scan se puso en marcha en 1990 los criticos senalo que
dada la velocidad con la que el genoma podria entonces ser escaneado , se
necesitarian miles de anos para terminar el proyecto. Sin embargo, el proyecto de
quince anos se completo poco antes de lo previsto, con un primer borrador en 2003.[43]
El costo de la secuenciacion del ADN bajo de unos diez dolares por par de bases en
1990 a un par de centavos en 2004 y continua rapidamente a caer (ver la figura
siguiente) .[44]

Secuenciación de ADN de costos

(por Par Base terminado) (representacion logaritmica)
1,9 anos : Reducir a la mitad el tiempo
Ha habido un crecimiento exponencial sin problemas en la cantidad de datos de
secuencias de ADN que se ha recogido (ver la figura siguiente) .[45]
Un reciente

ejemplo dramatico de esta capacidad de mejora fue la secuenciacion del virus SARS ,
que tuvo solo treinta y un dias a partir de la la identificacion del virus , en
comparacion con mas de quince anos para el VIH virus.[46]

El crecimiento en GenBank

ADN Datos de Secuencia (representacion logaritmica)

Por supuesto , esperamos ver un crecimiento exponencial de las memorias
electronicas como la RAM. Pero tenga en cuenta la forma en que la tendencia en este
grafico logaritmico (abajo) se produce mas facilmente a traves de diferentes
paradigmas tecnologicos : tubo de vacio al transistor discreto integrado a circuito.[47]

Memoria de acceso aleatorio :

Bits por dolar (1949-2004) (representacion logaritmica)

1,5 anos : Tiempo de duplicacion . El crecimiento exponencial de la capacidad de
memoria RAM a traves de diferentes cambios de paradigma .

Sin embargo , el crecimiento en la relacion precio- rendimiento de la memoria
magnetica (disco duro) no es el resultado de la ley de Moore. Esta tendencia
exponencial refleja la compresion de datos sobre un sustrato magnetico , en lugar de
transistores en un circuito integrado , un desafio tecnico completamente diferente
perseguido por diferentes ingenieros y diferente compania.[48]

Magnético de almacenamiento de datos :

bits por Dolar (representacion logaritmica)

El crecimiento exponencial de la tecnologia de las comunicaciones (medidas para
comunicar informacion , vease la siguiente figura) durante muchos anos ha sido aun
mas explosivo que en el proceso o medidas de computacion memoria y no es menos
importante en sus implicaciones. Una vez mas, esta progresion implica mucho mas
que simplemente reducir los transistores en un circuito integrado , sino que incluye la
aceleracion de los avances en la fibra optica , conmutacion optica , tecnologias
electromagneticas y otros factores.[49]

Actualmente estamos alejando de la marana de cables en nuestras ciudades y en
nuestras vidas diarias a traves de la comunicacion inalambrica , el poder de lo que se
esta duplicando cada diez once meses (ver la figura siguiente) .

Precio -Performance

(dispositivos de datos inalambricos) (representacion logaritmica)

Las siguientes figuras muestran el crecimiento global de la Internet basado en el
numero de hosts (ordenadores de servidor Web) . Estos dos graficos trazan los
mismos datos , pero una es sobre un eje logaritmico y el otro es lineal. Como ya se ha
comentado, mientras que la tecnologia avanza exponencialmente , lo experimentamos
en el dominio lineal. De la perspectiva de la mayoria de los observadores , no pasaba
nada en esta zona hasta mediados de la decada de 1990 , cuando aparentemente de la
nada el e -mail World Wide Web y exploto a la vista. Sin embargo, la aparicion de
Internet en un fenomeno en todo el mundo era facilmente predecible mediante el
examen de los datos de tendencia exponencial a principios de 1980 de la ARPANET ,
predecesora de la Intenet.[50]

Hosts de Internet

(representacion logaritmica)

Esta figura muestra los mismos datos en un lineal escala.[51]

Hosts de Internet

(trama lineal)

La explosion de la Internet parece ser una sorpresa en el grafico lineal, pero era
perfectamente predecible del logaritmica .

Ademas de los servidores , el trafico de datos real en Internet tambien se ha duplicado
cada ano.[52]

Tráfico de Internet Data

(representacion logaritmica) 1 ano : tiempo de duplicacion .

Para dar cabida a este crecimiento exponencial , la velocidad de transmision de datos
de la red troncal de Internet (como se representa por los canales de comunicacion
mas rapidos columna vertebral anunciadas realmente utilizadas en

la Internet) ha
crecido de manera exponencial en si . Notese que en la figura de " Ancho de banda
Backbone de Internet" mas adelante, en realidad podemos ver la progresion de las
curvas S : la aceleracion impulsada por un nuevo paradigma, seguido de una
estabilizacion como el paradigma se quede sin vapor, seguido de nuevo por medio de
la aceleracion de paradigma shift.[53]

Ancho de banda de red troncal de Internet
(bits por segundo) (representacion logaritmica)

Otra tendencia que tendra profundas implicaciones para el siglo XXI es el
movimiento generalizado hacia la miniaturizacion . Los tamanos de las caracteristicas
clave de una amplia gama de tecnologias , tanto electronicos como mecanicos, estan
disminuyendo , y a un ritmo exponencial . En la actualidad, se estan reduciendo la
tecnologia por un factor de aproximadamente cuatro por dimension lineal por decada.
Esta miniaturizacion es una fuerza impulsora detras de la Ley de Moore , sino que
tambien se refleja en el tamano de todos los sistemas - para electronica ejemplo ,
almacenamiento magnetico . Tambien vemos esta disminucion en el tamano de los
dispositivos mecanicos , como la figura del tamano de los dispositivos mecanicos
illustrates.[54]

Disminución en el tamaño de la mecánica Dispositivos
(representacion logaritmica)

A medida que el tamano de la caracteristica sobresaliente de una amplia gama de
tecnologias mueve inexorablemente mas cerca del rango de varios nanometros
(menos de un centenar de nanometros - mil millonesima parte de un metro), que se ha
acompanado de un interes rapidamente creciente en la nanotecnologia . Citas
cientificas Nanotecnologia han aumentado significativamente en la ultima decada,
como se ha indicado en la figura de abajo.[55]

Nanotecnología Ciencia
Citas (1990 -2002) (representacion logaritmica) 2,4 anos : Tiempo de duplicacion .
Vemos el mismo fenomeno en las patentes relacionadas con la nanotecnologia (abajo)
.56
Patentes relacionadas con Nano EE.UU.
(representacion logaritmica)
Como veremos en el capitulo 5 , la revolucion genetica (o biotecnologia) esta
trayendo la revolucion de la informacion , con el aumento exponencial de la
capacidad y la calidad-precio , en el campo de la biologia. Del mismo modo , la
revolucion de la nanotecnologia traera la creciente dominio de la informacion sobre
los materiales y sistemas mecanicos. La revolucion de la robotica (o " IA fuerte ")
consiste en la ingenieria inversa del cerebro humano, lo que significa llegar a
entender la inteligencia humana en terminos de informacion y a continuacion, la
combinacion de los conocimientos resultantes con cada vez mas potentes plataformas
computacionales . Por lo tanto , los tres de la superposicion de transformaciones -
genetica , nanotecnologia y robotica - que dominara la primera mitad de este siglo
representan diferentes facetas de la revolucion de la informacion .
Información, Orden, y la evolución:
Los Insights de Wolfram y los automatas celulares de Fredkin :
Como ya he explicado en este capitulo, todos los aspectos de la informatica y de la
informacion esta creciendo a un ritmo exponencial. Inherente a nuestra expectativa de
una singularidad que tiene lugar en la historia humana es la importancia generalizada
de informacion para el futuro de la experiencia humana . Vemos la informacion en
todos los niveles de la existencia. Toda forma de conocimiento humano y las ideas en
expresiones cientificas y de ingenieria y disenos artisticos , literatura, musica,
imagenes, peliculas , se puede expresar como la informacion

digital.
Nuestros cerebros tambien operan digitalmente , a traves de disparos discretos de
nuestras neuronas . El cableado de nuestras conexiones interneuronales puede ser
descrito digitalmente , y el diseno de nuestros cerebros se especifica por una
sorprendente pequeno codigo genetico digitales.[57]
En efecto , toda la biologia opera a traves de secuencias lineales de pares de bases de
ADN de 2 bits , que a su vez controlan la secuenciacion de solo veinte aminoacidos
en las proteinas . Moleculas se forman arreglos discretos de atomos . El atomo de
carbono , con sus cuatro posiciones establecimiento de conexiones moleculares, es
particularmente habil para la creacion de una variedad de formas tridimensionales , lo
que explica su papel central en la biologia y la tecnologia. Dentro del atomo , los
electrones toman en niveles discretos de energia . Otras particulas subatomicas , tales
como protones , forman numeros discretos de quarks de valencia.
Aunque las formulas de la mecanica cuantica se expresan en terminos de campos
continuos y niveles discretos , si sabemos que los niveles continuos pueden
expresarse en cualquier grado de precision deseado utilizando binario data.[58] De
hecho , la mecanica cuantica , como la palabra "quantum " implica , es la base de los
valores discretos.
El fisico y matematico Stephen Wolfram proporciona amplia evidencia que
demuestra como el aumento de la complejidad puede provenir de un universo que es
en esencia un sistema algoritmico determinista (un sistema basado en reglas fijas con
resultados predeterminados) . En su libro A New Kind of Science, Wolfram ofrece un
analisis exhaustivo de como los procesos que subyacen a una construccion
matematica llamada " un celular automata " tiene el potencial para describir todos los

niveles de nuestros recursos naturales world.[59] (Un automata celular es un
mecanismo sencillo de calculo que , por ejemplo , cambia el color de cada celda en
una cuadricula basada en el color de las celulas cercanas adyacentes de acuerdo con
una regla de transformacion) .
En su opinion , es posible expresar todos los procesos de informacion en cuanto a las
operaciones en automatas celulares , por lo que las ideas de Wolfram llevan en varias
cuestiones clave relacionadas con la informacion y su capacidad de penetracion .
Wolfram postula que el universo mismo es un equipo celular - automata gigante. En
la hipotesis de que hay una base digital para fenomenos aparentemente analogicas
(tales como el movimiento y el tiempo) y para las formulas de la fisica , y podemos
modelar nuestra comprension de la fisica como la simple transformacion de un
automata celular .
Otros han propuesto esta posibilidad. Richard Feynman pregunto al respecto en el
examen de la relacion de la informacion a la materia y la energia. Norbert Wiener
anuncio un cambio fundamental en el enfoque de la energia a la informacion en su
libro de 1948 Cibernetica y sugirio que la transformacion de informacion, no la
energia , fue el bloque fundamental del universo.[60] edificio Quizas el primero en
postular que el universo se esta calculando en una computadora digital fue Konrad
Zuse en 1.967,[61] Zuse es mejor conocido como el inventor de la primera computadora
programable de trabajo , que se desarrollo desde 1935 hasta 1941 .
Un entusiasta defensor de una teoria basada en la informacion de la fisica era Edward
Fredkin , que a principios de 1980 propuso una " nueva teoria de la fisica ", fundada
en la idea de que el universo esta compuesto en ultima instancia de software. No
debemos pensar en la realidad como un conjunto de particulas y

fuerzas , de acuerdo
con Fredkin , sino mas bien como bits de datos modificada de acuerdo a las reglas de
calculo .
Fredkin fue citas de Robert Wright en la decada de 1980 como diciendo:
Hay tres grandes cuestiones filosoficas . .Que es la vida? .Que es la conciencia y el
pensamiento y la memoria y todo eso ? .Y como funciona el universo? ... [El] "
punto de vista de la informacion" abarca los tres .... Lo que estoy diciendo es que en
el nivel mas basico de la complejidad de un proceso de informacion se ejecuta lo que
pensamos que es la fisica. A nivel mucho mas alto de complejidad , la vida , el ADN ,
ya sabes, la bioquimica de la funcion, son controlados por un proceso de informacion
digital. Luego , en otro nivel , los procesos de pensamiento a cabo son, basicamente,
el procesamiento de informacion .... Creo que la evidencia de apoyo para mis
creencias en diez mil lugares diferentes .... Y para mi es totalmente abrumadora. Es
como si hubiera un animal Quiero encontrar . He encontrado sus huellas. He
encontrado sus excrementos. He encontrado el medio masticar los alimentos. Me
parece pedazos de su piel, y asi sucesivamente. En todos los casos se ajusta a un tipo
de animal, y no es como cualquier animal de cualquier persona jamas ha visto. La
gente dice: .Donde esta el animal? Yo digo , bueno, el estaba aqui , el es asi de
grande , esto eso, y lo otro. Y se que miles de cosas acerca de el . No tengo en la
mano, pero se que esta ahi .... Lo que veo es tan convincente que no puede ser una
criatura de mi imaginacion.[62]
Al comentar sobre la teoria de la fisica digital Fredkin , Wright escribe:
Fredkin ... habla de una interesante caracteristica de algunos programas de ordenador,
incluidos muchos automatas celulares : no hay atajo para descubrir

lo que van a
llevar. Esto, de hecho , una diferencia fundamental entre el enfoque de " analisis "
asociado con las matematicas tradicionales , incluyendo las ecuaciones diferenciales ,
y el enfoque " computacional " asociado con los algoritmos . Puede predecir el estado
futuro de un sistema susceptible a la aproximacion analitica y sin averiguar lo que los
estados que ocupara desde ahora hasta entonces , pero en el caso de muchos
automatas celulares , debe pasar por todos los estados intermedios para averiguar lo
que al final sera como: no hay manera de saber el futuro , excepto para ver como se
desarrolla .... Fredkin explica: . " no hay manera de saber la respuesta a una pregunta
mas rapido que lo que esta pasando " ... Fredkin cree que el universo es muy
literalmente, un ordenador y que esta siendo utilizado por alguien, o algo, para
resolver un problema. Suena como una broma good-news/bad-news : la buena noticia
es que nuestras vidas tienen un proposito ; las noticias bas es que su proposito es
ayudar a algun hacker remoto estimacion pi a nueve decimales jillion . [63]
Fredkin llego a demostrar que, aunque la energia es necesaria para el almacenamiento
y recuperacion de informacion , se puede reducir arbitrariamente la energia necesaria
para realizar cualquier ejemplo particular de procesamiento de la informacion . y que
esta operacion no inferior limite.[64] Eso implica que la informacion en lugar de la
materia y la energia puede ser considerado como el mas fundamental reality.[65] voy a
volver a la intuicion de Fredkin sobre el limite inferior extrema de la energia
necesaria para el calculo y la comunicacion en el capitulo 3 , ya que se refiere a la
potencia maxima de la inteligencia en el universo.
Wolfram construye su teoria principalmente en una sola vision unificada. El

descubrimiento de que haya tan emocionada Wolfram es una regla simple que llama
reglas automatas celulares 110 y su comportamiento . (Hay algunos otros normas
automatas interesantes, pero la regla 110 hace que el punto lo suficientemente bien .)
La mayoria de los analisis de oferta de Wolfram con los automatas mas simple
posible celular, especificamente aquellas que involucran solo una linea
unidimensional de celulas , dos colores posibles (blanco y negro) , y las normas
basado solamente en las dos celulas inmediatamente adyacentes . Para cada
transformacion , el color de una celda depende solo de su propio color anterior y el de
la celula de la izquierda y la celda de la derecha . Por lo tanto , hay ocho posibles
situaciones de entrada (es decir, tres combinaciones de dos colores) . Cada normas
mapea todas las combinaciones de estas ocho situaciones de entrada a una salida
(negro o blanco) . Asi que hay 2^8 (256) normas posibles para esa sola dimension, de
dos colores , automata de celulas adyacentes . La mitad de la posible 256 normas
asignan a la otra mitad a causa de izquierda-derecha- simetria. Podemos asignar la
mitad de ellos de nuevo debido a la equivalencia negro - blanco , por lo que nos
quedamos con 64 tipos de reglas . Wolfram ilustra la accion de estos automatas con
los patrones de dos dimensiones en el que cada linea (a lo largo del eje y) representa
una generacion posterior de la aplicacion de la regla a cada celda en esa linea .
La mayoria de las reglas son degenerados , lo que significa que crean patrones
repetitivos de ningun interes , como las celulas de un solo color, o un patron de
tablero de ajedrez . Wolfram llama a estas reglas de clase 1 automatas . Algunas
reglas producen rayas arbitrariamente separados que permanecen estables , y

Wolfram clasifica esto como perteneciente a la clase 2 . 3 Las reglas de clase son un
poco mas interesante , ya que las caracteristicas reconocibles (como triangulos)
apareceran en el modelo resultante en un orden esencialmente aleatorio .
Sin embargo, fue la clase 4 automatas que dio origen a la experiencia " aha " que dio
lugar a Wolfram de dedicar una decada con el tema. El automata de clase 4 , de las
cuales la regla 110 es el ejemplo por excelencia , producen patrones
sorprendentemente complejas que no se repiten . Vemos en ellos artefactos tales
como lineas en varios angulos , agregaciones de triangulos y otras configuraciones
interesantes . El patron resultante, sin embargo , no es ni regular ni completamente al
azar , sino que parece tener un poco de orden , pero nunca es predecible.

Artículo 110 (imagen)

Parte de la imagen generada por la regla 110

.Por que es tan importante o interesante ? Tenga en cuenta que empezamos con el
punto de partida mas simple : una sola celula negro . El proceso implica la aplicacion
repetitiva de un muy simple rule.[66] A partir de un proceso tan repetitivo y
determinista , uno podria esperar un comportamiento repetitivo y predecible . Hay
dos resultados sorprendentes aqui . Uno de ellos es que los resultados producen
aparente aleatoriedad . Sin embargo , los resultados son mas interesantes que
aleatoriedad pura , que a su vez se convertiria en aburrido muy rapidamente . Hay
caracteristicas discernibles e interesante en los disenos producidos , de modo que el
patron tiene un poco de orden y la inteligencia aparente . Wolfram incluye una serie
de ejemplos de estas imagenes , muchas de las cuales son bastante encantador a la
vista.
Wolfram hace que el siguiente punto repetidamente : " Siempre que

se encuentra un
fenomeno que parece complejo se toma casi por hecho que el fenomeno debe ser el
resultado de algun mecanismo subyacente que es en si mismo complejo Pero mi
descubrimiento de que los programas simples pueden producir gran complejidad hace
que sea . claro que esto no es , de hecho, corregir " . [67]
Hago encontrar el comportamiento de la regla 110 en lugar encantador. Ademas , la
idea de que un proceso completamente determinista puede producir resultados que
son completamente impredecible es de gran importancia , ya que proporciona una
explicacion de como el mundo puede ser inherentemente impredecible , mientras que
todavia se basa en totalmente determinista rules.[68]
Sin embargo , no estoy del todo sorprendido por la idea de que los mecanismos
simples pueden producir resultados mas complicado que sus condiciones de partida .
Hemos visto este fenomeno en los fractales , el caos y la teoria de la complejidad y
los sistemas de auto-organizacion (tales como redes neuronales y modelos de Markov
), que comienzan con una simple redes, pero se organizan para producir un
comportamiento aparentemente inteligente.
En un nivel diferente , lo vemos en el cerebro humano , que se inicia con solo treinta
hasta cien millones de bytes de especificacion en el genoma comprimido sin embargo
termina con una complejidad que es acerca de mil millones de veces grande.[69]
Tambien es sorprendente que un proceso determinista puede producir resultados
aparentemente al azar . Tenemos posee generadores (por ejemplo, la funcion "
aleatoria " en Matematicas programa de Wolfram) que utilizan procesos
deterministas para producir secuencias que pasan las pruebas estadisticas de
aleatoriedad de numeros aleatorios. Estos programas se remontan a los primeros dias

de los programas informaticos , como la primera version de Fortran . Sin embargo ,
Wolfram proporciona una base teorica a fondo para esta observacion .
Wolfram continua describiendo como pueden existir mecanismos computacionales
simples en la naturaleza en diferentes niveles , y muestra que estos mecanismos
simples y deterministas pueden producir toda la complejidad que vemos y
experimentamos . Se ofrece innumerables ejemplos , tales como los disenos
agradables de pigmentacion en animales , la forma y las marcas sobre cascaras , y los
patrones de turbulencia (tales como el comportamiento de humo en el aire). El senala
que el calculo es esencialmente simple y omnipresente . La aplicacion repetida de
transformaciones simples de calculo , segun Wolfram , es la verdadera fuente de la
complejidad del mundo.
Mi propia opinion es que esto es solo parte correcta. Estoy de acuerdo con Wolfram
que la computacion esta a nuestro alrededor , y que algunos de los patrones que
vemos son creados por el equivalente de automatas celulares . Sin embargo, una
cuestion clave que debemos hacernos es la siguiente: .Que tan complejo es el
resultado de automatas clase?
Wolfram elude con eficacia la cuestion de los grados de complejidad. Estoy de
acuerdo en que un patron degenerado como un tablero de ajedrez no tiene ninguna
complejidad. Wolfram tambien reconoce que la mera aleatoriedad no representa la
complejidad tampoco, porque el azar puro se vuelve predecible en su pura falta de
previsibilidad. Es cierto que las caracteristicas mas interesantes de la clase 4
automatas ni se repiten ni puramente al azar, por lo que estaria de acuerdo en que son
mas complejos que los resultados producidos por otras clases de automatas .

Sin embargo , hay sin embargo un limite distinto a la complejidad producida por
clase 4 automatas . Las muchas imagenes de tales automatas en el libro de Wolfram
tienen una mirada similar a ellos , ya pesar de que se no se repiten , son interesantes
(e inteligente), solo hasta cierto punto. Por otra parte , no siguen evolucionando en
algo complejo , ni se desarrollan nuevos tipos de caracteristicas. Se podria ejecutar
estos por billones o incluso trillones de trillones de iteraciones y la imagen se
mantendria en el mismo nivel de complejidad limitada. Ellos no evolucionan en, por
ejemplo , los insectos o los seres humanos o los preludios de Chopin o cualquier otra
cosa que podamos considerar de un orden superior de complejidad que las rayas y los
triangulos que aparecen entremezcladas en estas imagenes.
La complejidad es un continuo. Aqui defino el "orden" como "informacion que se
ajuste a un proposito. " [70] Un completo proceso predecible tiene orden cero. Un alto
nivel de informacion por si sola no implica necesariamente un alto nivel de servicio
tampoco. Un directorio telefonico tiene una gran cantidad de informacion , pero el
nivel de la orden de que la informacion es bastante bajo. Una secuencia aleatoria
informacion es esencialmente puro (ya que no es predecible) pero no tiene ningun
orden. La salida de la clase de automatas 4 hace poseer un cierto nivel de orden, y no
sobrevivir como otros patrones persistentes . Pero los patrones representados por un
ser humano tiene un nivel de orden y de complejidad mucho mayor .
Los seres humanos cumplen un proposito muy exigente : sobreviven en un nicho
ecologico desafiante. Los seres humanos representan una jerarquia muy intrincada y
elaborada de otros patrones. Wolfram se refiere a cualquier patron que combinan
algunas de las caracteristicas reconocibles y elementos

impredecibles a ser
efectivamente equivalente a la de otro . Pero el no muestra como una clase de 4
automatas nunca puede aumentar la complejidad de TI , y mucho menos convertirse
en un modelo tan complejo como un ser humano.
Hay un enlace que falta aqui , uno que explicaria la forma que se obtiene de los
patrones interesantes , pero en ultima instancia, la rutina de un automata celular a la
complejidad de las estructuras que demuestran la persistencia de los niveles mas altos
de inteligencia . Por ejemplo , estos patrones de clase 4 no son capaces de resolver
problemas interesantes , y ninguna cantidad de iteracion los mueve mas cerca de
hacerlo . Wolfram contrarrestaria que la regla 110 automata podria ser utilizado como
un " ordenador universal . " [71] Sin embargo , por si mismo , un ordenador universal
no es capaz de resolver programas inteligentes sin lo que yo llamaria " software. " Es
la complejidad del software que se ejecuta en un equipo universal que es
precisamente la cuestion .
Se podria senalar que la clase 4 patrones resultan de los automatas mas simple
posible (unidimensional , de dos colores , las reglas de dos vecinos) . .Que pasa si
aumentamos la dimensionalidad , por ejemplo , ir a varios colores o incluso
generalizar estos automatas celulares discreta para funcion continua ? Wolfram
abordar todos esto muy a fondo . Los resultados producidos a partir de automatas mas
complejos son esencialmente los mismos que los de los muy simples. Tenemos el
mismo tipo de interes por los patrones en ultima instancia muy limitada. Wolfram
hace que el punto interesante que no es necesario utilizar reglas mas complejas para
obtener la complejidad en el resultado final . Pero me gustaria hacer el punto opuesto
que no somos capaces de aumentar la complejidad de los

resultados finales a traves
de cualquiera de las reglas mas complejas o mas iteraciones . Asi automatas celulares
nos llevara muy lejos.

Podemos evolucionar Inteligencia Artificial de reglas simples ?

Entonces, .como hacemos para que a partir de estos patrones interesantes pero
limitados a los de los insectos o los interludios Chopin ? Un concepto que
necesitamos en consideracion es decir, la evolucion conflicto - que . Si a esto
anadimos otro concepto simple : un algoritmo evolutivo - a la de simples automatas
celulares de Wolfram , comenzamos a obtener resultados mucho mas interesantes y
mas inteligente. Wolfram dice que los automatas de clase 4 y un algoritmo evolutivo
son " computacionalmente equivalente. " Pero esto es cierto solo en lo que considero
el nivel de "hardware" . En el nivel de software , el otro de los patrones producidos
son claramente diferentes una de un orden diferente de complejidad y utilidad .

Un algoritmo evolutivo puede empezar generados aleatoriamente posibles soluciones
a un problema, que se codifica en un codigo genetico digital. Entonces tenemos las
soluciones de competir entre si en una batalla evolutiva simulado. Las mejores
soluciones de sobrevivir y procrear en la reproduccion sexual simulado en el que se
crean soluciones descendencia , senalando a su codigo genetico (soluciones
codificadas) de dos padres. Tambien se puede aplicar un tipo de mutacion genetica.

Varios parametros de alto nivel de este proceso , tales como la tasa de mutacion , la
tasa de hijos , y asi sucesivamente, que se llama apropiadamente "Parametros de
Dios", y es el trabajo del ingeniero de diseno del algoritmo evolutivo para establecer
que razonablemente valores optimos . El proceso se ejecuta durante muchos miles de

generaciones de evolucion simulada , y al final del proceso es la probabilidad de
encontrar soluciones que son de un orden claramente mas alto que los de partida
queridos.
Los resultados de estos algoritmos evolutivos (a veces llamada genetica) pueden ser
soluciones elegantes , hermosos e inteligentes a los problemas complejos . Se han
utilizado , por ejemplo , para crear disenos artisticos y disenos para las formas de vida
artificiales , asi como para ejecutar una amplia gama de tareas practicas, tales como el
diseno de motores a reaccion . Los algoritmos geneticos son una aproximacion a "
estrecha " artificial es , la creacion de sistemas que pueden realizar funciones
particulares que utilizan para exigir la aplicacion de la inteligencia humana
inteligencia - que todavia falta algo . Aunque los algoritmos geneticos son una
herramienta util en la solucion de problemas concretos , nunca han logrado algo
parecido a " IA fuerte ", es decir , la aptitud parecida a la amplia y profunda , y las
caracteristicas sutiles de la inteligencia humana , en particular, su poder de
reconocimiento de patrones y lenguaje de comandos . .El problema es que no se
estan ejecutando los algoritmos evolutivos suficiente? Despues de todo , los seres
humanos evolucionaron a traves de un proceso que llevo a miles de millones de
anos . Tal vez no podamos recrear ese proceso con unos pocos dias o semanas de
simulacion por ordenador . Esto no va a funcionar, sin embargo, porque los
algoritmos geneticos convencionales alcanzan una asintota en su nivel de rendimiento
por lo que se ejecuta por un periodo de tiempo mas largo no ayudara.
Un tercer nivel (mas alla de la capacidad de los procesos celulares para producir
aparente aleatoriedad y algoritmos geneticos para producir

soluciones inteligentes
enfocadas) es para llevar a cabo la evolucion en multiples niveles . Algoritmos
geneticos convencionales permiten la evolucion solo dentro de los confines de un
problema estrecha y un solo medio de la evolucion . El codigo genetico en si tiene
que evolucionar , las reglas de la evolucion tienen que evolucionar . La naturaleza no
se quedo con un solo cromosoma , por ejemplo. Ha habido muchos niveles de
indireccion incorporados en el proceso evolutivo natural. Y se requiere un entorno
complejo en el que la evolucion se lleva a cabo .
Para construir la IA fuerte , tendremos la oportunidad de cortar este proceso, sin
embargo , por la ingenieria inversa del cerebro humano, un proyecto en marcha ,
beneficiandose asi del proceso evolutivo que ya ha tenido lugar. Estaremos aplicando
algoritmos evolutivos dentro de estas soluciones asi como el cerebro humano . Por
ejemplo , el cableado fetal es inicialmente al azar dentro de las limitaciones
especificadas en el genoma al menos en algunas regiones . Investigaciones recientes
muestran que las areas que tienen que ver con el aprendizaje sufren mas cambiar,
mientras que las estructuras que tienen que ver con el procesamiento sensorial
experiencia menos cambio despues de nacer.[72]
Wolfram hacer el punto valido que ciertos procesos computacionales (de hecho , la
mayoria) no son predecibles . En otras palabras , no podemos predecir el futuro
estado sin ejecutar todo el proceso , estoy de acuerdo con el en que nos puede
conocer la respuesta de antemano si de alguna manera se puede simular un proceso a
una velocidad mas rapida . Teniendo en cuenta que el universo funciona a la
velocidad mas rapida que puede funcionar , generalmente no hay manera de
cortocircuitar el proceso. Sin embargo, tenemos los beneficios de

los miles de
millones de anos de evolucion que ya han tenido lugar , que son responsables por el
gran aumento de orden de complejidad en el mundo natural. Ahora podemos
beneficiar de ella mediante el uso de unos instrumentos evolucionaron para ingenieria
inversa de los productos de la evolucion biologica (lo mas importante , el cerebro
humano).
Si, es cierto que algunos fenomenos en la naturaleza que pueden aparecer complejo
en un cierto nivel son simplemente los resultados de los mecanismos subyacentes
computacionales simples que son esencialmente automatas celular en el trabajo. El
patron interesante de triangulos en una "tienda oliuve " (citado extensamente por
Wolfram) o los modelos complejos y variados de un copo de nieve son buen
ejemplo. No creo que esta es una nueva observacion, ya que siempre hemos
considerabamos el diseno de los copos de nieve que se derivan de una simple
computacion molecular -como proceso de construccion. Sin embargo , Wolfram no
nos proporcionan una base teorica convincente para expresar estos procesos y sus
patrones resultantes. Pero hay mas a la biologia de 4 patrones de clase.
Otro aspecto importante de estos Wolfram radica en su tratamiento a fondo de la
computacion como un fenomeno simple y omnipresente . Por supuesto , nos
conocemos desde hace mas de un siglo que la computacion es intrinsecamente
simple: podemos crear cualquier nivel de complejidad de una fundacion de las mas
simples posibles manipulaciones de la informacion.
Por ejemplo, la computadora mecanica finales del siglo XIX Charles Babbage (que
nunca funciono) proporciona solo un punado de codigos de operacion , sin embargo,
siempre que (a menos de su capacidad de memoria y velocidad) el

mismo tipo de
transformaciones que los ordenadores modernos lo hacen. La complejidad de la
invencion de Babbage deriva unicamente de los detalles de su diseno , que de hecho
resulto ser demasiado dificil para Babbage para implementar el uso de la tecnologia a
su disposicion.
La maquina de Turing , la concepcion teorica de Alan Turing de un ordenador
universal en 1950 , ofrece solo siete comandos muy basicos , pero se puede organizar
para realizar cualquier posible computation.73 La existencia de una "maquina
universal de Turing ", que puede simular cualquier posible maquina de Turing que se
describe en la memoria de la cinta, es una nueva demostracion de la universalidad y
la simplicidad de information.74 en la era de las maquinas inteligentes , mostre como
cualquier equipo podria construirse de " un numero adecuado de [un] dispositivo
muy simple ", es decir , el " ni " gate.75 Esto no es exactamente la misma
manifestacion como una maquina universal de Turing , pero demuestra que cualquier
calculo puede ser realizado por una cascada de este simple dispositivo (que es mas
simple que la regla 110) , teniendo en cuenta el software adecuado (que incluya la
descripcion de la conexion de las puertas NOR) .76
Aunque necesitamos conceptos adicionales para describir un proceso evolutivo que
crear soluciones inteligentes a los problemas , la demostracion de la simplicidad de
Wolfram una ubicuidad de la computacion es un importante contribucion en nuestra
comprension de la importancia fundamental de la informacion en el mundo .
MOLLY 2004 : Has maquinas evolucionan a un ritmo acelerado tienes. .Que pasa
con los seres humanos?
RAY : .Te refieres a los humanos biologicos? MOLLY 2004 : Si.
CHARLES DARWIN : La evolucion biologica es de suponer que sigue ,

.no es asi ?
RAY : Bueno , la biologia de este nivel esta evolucionando tan lentamente que apenas
cuenta . He mencionado que la evolucion trabaja a traves de indireccion . Resulta que
los paradigmas antiguos, como la evolucion biologica hacen continuar, pero en su
antigua velocidad , por lo que se eclipsado por los nuevos paradigmas . La evolucion
biologica de los animales tan complejos como los humanos necesitan decenas de
miles de anos para hacer perceptible , aunque todavia pequeno, las diferencias . Toda
la historia de la evolucion cultural y tecnologica humana ha tenido lugar en ese plazo
de tiempo . Sin embargo, ahora estamos preparados para ascender mas alla de las
creaciones fragiles y lentos de la evolucion biologica en apenas varias decadas. El
progreso actual es a una escala que es de mil a un millon de veces mas rapido que la
evolucion biologica.
NED LUDD : .Que pasa si no todo el mundo quiere estar de acuerdo con esto?
RAY : No espero que lo harian. Siempre hay adoptadores tempranos y tardios .
Siempre hay un borde de ataque y un borde de salida a la tecnologia de cualquier
cambio evolutivo. Todavia tenemos gente empujando arados , pero eso no ha frenado
la adopcion de los telefonos celulares , las telecomunicaciones , la Internet , la
biotecnologia , etc . Sin embargo , el borde no quedando finalmente ponerse al dia.
Tenemos sociedades de Asia que saltaron de las economias agrarias a economias de la
informacion , sin pasar por industrialization.[77]
NED : Puede que sea asi , pero la brecha digital es cada vez peor.
RAY : Se que la gente sigue diciendo eso, pero .como puede ser verdad ? El numero
de los seres humanos esta creciendo muy lentamente . El numero de seres humanos
conectados digitalmente , no importa como se mida , esta creciendo rapidamente. Una

parte cada vez mayor de la poblacion mundial es cada vez electronicos
comunicadores y saltandose el sistema telefonico de cableado primitivo mediante la
conexion a Internet sin cables , por lo que la brecha digital esta disminuyendo
rapidamente , no crece .
MOLLY 2004 : Todavia siento que el tener / no tener problema no recibe suficiente
atencion. Hay mucho mas que podemos hacer.
RAY : Efectivamente, pero las fuerzas impersonales , policia de la ley de los retornos
acelerados se mueven , sin embargo en la direccion correcta . Tenga en cuenta que la
tecnologia en un area en particular comienza inasequibles y no funciona muy bien.
Entonces se convierte en mas que caro y funciona un poco mejor. El siguiente paso es
el producto se convierte en barato y funciona muy bien . Por ultimo, la tecnologia se
convierte en practicamente gratuito y funciona muy bien. No fue hace mucho tiempo
que cuando usted vio a alguien usando un telefono movil en una pelicula, el o ella era
un miembro de la elite del poder , debido a que solo los ricos podian permitirse los
telefonos portatiles. O como un ejemplo mas conmovedor , considere los
medicamentos para el SIDA. Empezaron no funciona muy bien y que cuesta mas de
diez mil dolares al ano por paciente. Ahora trabajan mucho mejor y se han reducido a
varios cientos de dolares por ano en mal countries.78 desgracia con respecto al SIDA,
todavia no estamos en la etapa de casi nada grande y cuesta trabajo . El mundo esta
empezando a tomar medidas un tanto mas eficaz sobre el SIDA, pero ha sido mas
tragico que no se ha hecho . Millones de vidas , la mayoria en Africa , se han perdido
como resultado. Pero el efecto de la ley de los retornos acelerados se mueve , sin
embargo, en la direccion correcta . Y la diferencia de tiempo entre los principales y

menos borde es a su vez la contratacion . Ahora estimo este retraso en cerca de una
decada . En una decada , sera hasta cerca de la mitad de una decada.

La singularidad como imperativo económico

El hombre razonable se adapta al mundo , el irrazonable persiste en intentar adaptar
el mundo a si mismo. Por lo tanto, todo el progreso depende del hombre irrazonable.
George Bernard Shaw, "maximas para los revolucionarios ", Man and Superman ,
1903.

Todo el progreso se basa en un deseo innato universal, por parte de cada organismo
de vivir mas alla de sus ingresos . - SAMUEL BUTLER, CUADERNOS , 1912

Si se me acaba de replanteo hoy para hacer que la unidad a la costa oeste para iniciar
un nuevo negocio , estaria buscando en la biotecnologia y la nanotecnologia.
– Jeff Bezos , fundador y CEO de AMAZON.COM

Obtenga Ochenta billones Tiempo dólares - Limited Sólo

Usted recibira ochenta billon de dolares con solo leer esta seccion y comprender lo
que dice. Para obtener mas detalles , vea mas abajo. (Es cierto que el autor va a hacer
casi cualquier cosa para mantener su atencion, pero lo digo en serio acerca de esta
declaracion . Hasta que regrese a una explicacion , sin embargo , hacer leer la primera
frase de este parrafo con cuidado.)

La ley de los retornos acelerados es fundamentalmente una teoria economica . La
teoria economica contemporanea y la politica se basan en modelos obsoletos que
hacen hincapie en los costos de energia , los precios de los productos basicos , y la
inversion de capital en instalaciones y equipo como factores impulsores clave,
mientras que en gran medida con vistas a la capacidad de calculo , memoria , ancho
de banda , el tamano de la tecnologia , la propiedad intelectual , el conocimiento, y
otros componentes vitales cada vez (y cada vez mayor) que estan

impulsando la
economia.
Es el imperativo economico de un mercado competitivo que es la fuerza principal
tecnologia de impulsar y alimentando la ley de rendimientos acelerados . A su vez , la
ley de los retornos acelerados esta transformando las relaciones economicas.
Imperativo economico es el equivalente de la supervivencia en la evolucion biologica
nos estamos moviendo hacia maquinas mas pequenas y mas inteligentes , como
resultado de pequenos avances innumerables , cada uno con su propia justificacion
economica particular. Maquinas que pueden llevar a cabo con mayor precision sus
misiones han aumentado de valor, lo que explica que se estan construyendo . Hay
decenas de miles de proyectos que avanzan los diversos aspectos de la ley de la
aceleracion de rendimiento de diversas maneras incrementales.
poco realista.
Bruto Real
(representacion logaritmica)
Algunos criticos de credito crecimiento de la poblacion con el crecimiento
exponencial en el PIB, pero vemos la misma tendencia sobre una base per capita (ver
la figura siguiente) .[82]
PIB per cápita
(representacion logaritmica)
Tenga en cuenta que el crecimiento exponencial subyacente en la economia es una
fuerza mucho mas poderosa que las recesiones periodicas. Lo mas importante , las
recesiones , como depresiones, representan solo desviaciones temporales de la curva
base. Incluso la Gran Depresion solo representa un pequeno punto en el contexto del
patron subyacente de crecimiento. En cada caso, la economia termina exactamente
donde habria tenido la recesion / depresion nunca ocurrio .
La economia mundial continua acelerandose. El Banco Mundial publico un informe a

finales de 2004 que indica que el ano pasado habia sido mas prospera que en
cualquier ano en la historia del crecimiento economico mundial del 4 percent.83 Por
otra parte, las tasas mas altas se encontraban en los paises en desarrollo : mas de 6%.
Incluso omitiendo China e India, la tasa fue de mas del 5 por ciento. En la region de
Asia oriental y el Pacifico , el numero de personas que viven en la pobreza extrema
paso de 470 millones en 1990 a 270 millones en 2001 , y se proyecta por el Banco
Mundial para ser menos de 20 millones en 2015. Otras regiones estan mostrando
similar, aunque algo menos dramatico crecimiento , economica .
Productividad (produccion economica por trabajador) tambien ha estado creciendo
de manera exponencial. Estas estadisticas son de hecho subestimado en gran medida
debido a que no reflejan plenamente las mejoras significativas en la calidad y
caracteristicas de los productos y servicios. No se trata de que un -coche es un coche-,
se han producido importantes mejoras en la seguridad, la fiabilidad y caracteristicas.
Ciertamente , un mil dolares de computacion hoy en dia es mucho mas poderoso de
mil dolares de computacion hace diez anos (por un factor de mas de un millar) . Hay
muchos otros ejemplos de este tipo . Los productos farmaceuticos son cada vez mas
eficaces, ya que estan siendo disenados para llevar a cabo precisamente
modificaciones a las rutas metabolicas exactos que subyacen a la enfermedad y el
proceso de envejecimiento con efectos secundarios minimos (tenga en cuenta que la
gran mayoria de los medicamentos en el mercado hoy en dia aun reflejan el viejo
paradigma , ver el capitulo 5) . Productos pedidos en cinco minutos en la Web y
entregados en su domicilio valen mas que los productos que usted tiene que ir a
buscar a ti mismo . Ropa a medida fabricados para su cuerpo unico

valen mas que la
ropa que te encuentras por casualidad en un estante de la tienda. Este tipo de mejoras
se llevan a cabo en la mayoria de las categorias de productos , y ninguno de ellos se
refleja en las estadisticas de productividad .
Los metodos estadisticos subyacentes a las mediciones de productividad tienden a
factorizar ganancias esencialmente la conclusion de que todavia nos llegan solo un
dolar de los productos y servicios para un dolar , a pesar del hecho de que tenemos
mucho mas por ese dolar . (Las computadoras son un ejemplo extremo de este
fenomeno , pero es omnipresente .) De la Universidad de Chicago profesor Pete
Klenow y profesor de Universidad de Rochester Marcos estimacion Bils que el valor
en dolares constantes de los bienes existentes se ha incrementado en el 1,5 por ciento
anual durante los ultimos veinte anos como cualitativa de improvements.84 Esto
todavia no tiene en cuenta la introduccion de productos totalmente nuevos y
categorias de productos (por ejemplo , telefonos celulares, buscapersonas ,
ordenadores de bolsillo , las canciones descargadas , y los programas de software) .
No tiene en cuenta el valor creciente de la propia Web. .Como valoramos la
disponibilidad de recursos gratuitos, como las enciclopedias en linea y motores de
busqueda que cada vez ofrecen pasarelas eficaces para el conocimiento humano ?
La Oficina de Estadisticas Laborales, el cual es responsable de las estadisticas de
inflacion, utiliza un modelo que incorpora una estimacion de crecimiento de la
calidad de solo el 0,5 por ciento al ano.85 Si utilizamos Klenow y estimacion
conservadora de Bils , esto refleja una subestimacion sistematica de la mejora de la
calidad y una sobrestimacion de la inflacion resultante en al menos un 1 por ciento

por ano . Y que aun no tiene en cuenta las nuevas categorias de productos.
A pesar de estas deficiencias en los metodos estadisticos de productividad , aumento
de la productividad estan realmente llegando a la parte mas empinada de la curva
exponencial. La productividad del trabajo crecio a un 1,6 por ciento por ano hasta
1994 , y luego aumento a 2,4 por ciento al ano , y ahora esta creciendo aun mas
rapidamente . Productividad manufacturera en la produccion por hora crecio a 4.4 por
ciento anual entre 1995 y 1999, la fabricacion de bienes duraderos en el 6,5% por ano
En el primer trimestre de 2004 , la tasa anual ajustada estacionalmente de variacion
de la productividad del 4,6 por ciento en el sector empresarial y el 5,9 por ciento en
bienes duraderos manufacturing.[86]
Vemos un crecimiento exponencial sin problemas en el valor producido por una hora
de trabajo en el ultimo medio siglo (ver la figura siguiente) . Una vez mas , esta
tendencia no tiene en cuenta el mucho mayor valor de la fuerza de un dolar en la
compra de tecnologias de la informacion (que se ha duplicado aproximadamente una
vez al ano , en general calidad-precio)[87]

Producción del Sector Manufacturero

Privado por hora (representacion logaritmica)

La deflación ... una mala cosa ?

En 1846 creemos que no habia una sola prenda en nuestro pais cosido por la
maquinaria , y en ese ano se publico la primera patente americana de una maquina de
coser. En la actualidad miles de personas estan usando la ropa que han sido cosidas
por los dedos de hierro , con una delicadeza que rivaliza con la de una doncella de la
cachemira . - Scientific American, 1853
En este libro se escribe, una preocupacion de muchos economistas de la corriente
tanto en la derecha politica y la izquierda es la deflacion . En la cara de el , tener su

dinero rinda mas parece ser una buena cosa. La preocupacion de los economistas es
que si los consumidores pueden comprar lo que necesitan y desean con menos
dinero , la economia se contraera (medido en dolares). Esto pasa por alto , sin
embargo , las necesidades y deseos de los consumidores humanos intrinsecamente
insaciable. Los ingresos de la industria de los semiconductores, que "sufre" de 40 a
50% de la deflacion por anos , han crecido , sin embargo, un 17 por ciento cada ano
durante el ultimo medio century.88 Dado que la economia es , de hecho, en
expansion, esta implicacion teorica de la deflacion no deben causar preocupacion .
La decada de 1990 y principios de 2000 se han visto las mas poderosas fuerzas
deflacionarias en la historia , lo que explica por que no estamos viendo importantes
tasas de inflacion. Si , es cierto que historicamente bajo nivel de desempleo , los altos
valores de los activos , el crecimiento economico y otros factores son la inflacion,
pero estos factores se compensan con las tendencias exponenciales en la relacion
precio- rendimiento de todas las tecnologias basadas en la informacion : calculo ,
memoria , comunicaciones, la biotecnologia , la miniaturizacion , e incluso la tasa
general del progreso tecnico . Estas tecnologias afectan profundamente a todas las
industrias. Tambien estamos experimentando desintermediacion masiva en los
canales de distribucion a traves de las otras nuevas tecnologias de la Web y , asi como
la eficiencia de la escalada de las operaciones y la administracion.
Dado que la industria de la informacion es cada vez mas influyente en todos los
sectores de la economia , estamos viendo el impacto creciente de las tasas de
deflacion extraordinarias de la industria de TI . La deflacion durante la Gran
Depresion en la decada de 1930 se debio a una caida de la

confianza del consumidor
y una caida de la oferta monetaria. Deflacion de hoy es un fenomeno completamente
diferente , causada por el rapido aumento de la productividad y la creciente ubicuidad
de la informacion en todas sus formas .
Todos los graficos de tendencias tecnologicas en este capitulo representan una
deflacion masiva . Hay muchos ejemplos del impacto de estos rendimientos
crecientes . Costo de BP Amoco para la busqueda de petroleo en 2000 fue de menos
de un dolar por barril , frente a los cerca de diez dolares en 1991. Proceso de una
transaccion de Internet cuesta un centavo banco , en comparacion con mas de un
dolar con un cajero .
Es importante senalar que una consecuencia clave de la nanotecnologia es que va a
llevar la economia del software que es el hardware que , para los productos fisicos .
Los precios de software estan desinflando aun mas rapidamente que las de hardware
(ver la figura siguiente) .
Software exponencial Precio -Performance Improvement[89]
Ejemplo: Automatic Software de reconocimiento de voz
1985 1995 2000
Cotice $ 5,000 $ 500 $ 50
Tamano vocabulario 1.000 10.000 100.000
(numero de palabras)
Discurso continua ? No No Si
Formacion de usuarios 180 60 5
requerida (minutos)
Precision votar Pobre Feria Bueno
El impacto de las comunicaciones distribuidos e inteligentes se ha sentido tal vez con
mayor intensidad en el mundo de los negocios. A pesar de los cambios de humor
drasticos en Wall Street, los extraordinarios valores atribuidos a la llamada eempresas
en la epoca de auge de 1990 refleja una percepcion valida : los modelos de
negocio que han sufrido las empresas desde hace decadas estan en las primeras etapas

de una transformacion radical. Los nuevos modelos basados en la comunicacion
directa y personalizada con el cliente va a transformar todos los sectores , dando lugar
a la desintermediacion masiva de las capas medias que tradicionalmente han separado
al cliente de la fuente principal de productos y servicios. Hay, sin embargo, un ritmo
de todas las revoluciones , y las inversiones y las valoraciones del mercado en esta
area se expandio mucho mas alla de las primeras fases de la S -curve economica.
El ciclo de auge y caida en estas tecnologias de la informacion era estrictamente un
(accion - valor) fenomeno mercados de capital . Ni pluma ni busto es evidente en la
actual empresa a consumidor (B2C) y de empresa a empresa (B2B) de datos (vease
la figura de la pagina siguiente) . Ingresos B2C reales crecieron sin problemas de $
1.8 mil millones en 1997 a $ 70 mil millones en 2002 . B2B tuvo un crecimiento
similar lisa Desde USD 56 millones en 1999 a $ 482 mil millones en 2002.90 En
2004 se aproxima a los $ 1 billon. Desde luego, no vemos ninguna evidencia de los
ciclos economicos en la relacion precio- rendimiento real de las tecnologias
subyacentes , como he discutido ampliamente por encima .
Los ingresos del comercio electrónico en los Estados Unidos (representacion logaritmica)
Ampliar el acceso al conocimiento tambien esta cambiando las relaciones de poder .
Los pacientes que se acercan cada vez mas las visitas a su medico armado con una
sofisticada comprension de su condicion medica y sus opciones. Los consumidores
de practicamente todo, desde tostadoras , coches y casas a la banca y los seguros
estan usando agentes de software automatizados para identificar rapidamente las
decisiones correctas con las caracteristicas y precios optimos. Servicios web como
eBay se conectan rapidamente los compradores y vendedores de

una manera sin
precedentes.
Los deseos y los deseos de los clientes , a menudo desconocidos incluso para ellos
mismos , se estan convirtiendo rapidamente en la fuerza impulsora de las relaciones
comerciales. Bien comunicado compradores de ropa , por ejemplo, no van a estar
satisfechos por mucho tiempo con conformarse con lo que los elementos pasan a
quedar colgado en el estante de su tienda local. En su lugar , van a seleccionar solo
los materiales y estilos adecuados mediante la visualizacion de la cantidad de
posibles combinaciones de mirar en una imagen en tres dimensiones de su propio
cuerpo (basado en un analisis detallado de los cadaveres), y luego tener las opciones
de encargo - manufacturados .
Las desventajas actuales de comercio electronico basado en la Web (por ejemplo , las
limitaciones en la capacidad de interactuar directamente con los productos y las
frustraciones frecuentes de interactuar con los menus y las formas en lugar de
personal humano inflexibles) se disuelve gradualmente como las tendencias se
mueven con firmeza a favor de la electronica mundo . A finales de esta decada , las
computadoras van a desaparecer como objetos fisicos distintos , con pantallas
construidas en nuestros anteojos y aparatos electronicos tejidos en nuestra ropa ,
ofreciendo la realidad virtual de inmersion total visual. Por lo tanto , " ir a un sitio
Web" significa entrar en un entorno de realidad virtual en menos de lo visual y
auditiva sentidos - en el que podemos interactuar directamente con los productos y
personas, tanto reales como simuladas. Aunque las personas simuladas no sera hasta
estandares en humanos por lo menos no antes de 2009 - que sera muy satisfactorio
como agentes de ventas , empleados de reserva, y asistentes de

investigacion .
Hapticos interfaces (tactil) nos permitira tocar los productos y personas. Es dificil
identificar una ventaja duradera del viejo mundo del ladrillo y mortero , que no sera
finalmente superada por las ricas interfaces interactivas que estan a punto de llegar.
Estos desarrollos tienen implicaciones importantes para la industria de bienes raices.
La necesidad de congregar a los trabajadores en las oficinas disminuira gradualmente.
A partir de la experiencia de mis propias empresas , ya somos capaces de organizar
eficazmente equipos geograficamente dispares , algo que era mucho mas dificil hace
una decada. Los visual - auditivo entornos de realidad virtual de inmersion total , que
sera omnipresente en la segunda decada de este siglo, aceleraran la tendencia hacia
las personas que viven y trabajan donde quieran . Una vez que tengamos plena
inmersion entornos de realidad virtual que incorporan todos los sentidos , lo que sera
posible a finales de la decada de 2020 , no habra ninguna razon para utilizar las
oficinas de bienes . Bienes raices sera virtual.
Como Sun Tzu senala , "el conocimiento es poder", y la otra ramificacion de la ley de
los retornos acelerados es el crecimiento exponencial del conocimiento humano,
incluida la propiedad intelectual .
Patentes de Estados Unidos Granted
(representacion logaritmica)
Este es un primer plano de la parte superior derecha de la figura de arriba:
Nada de esto significa que los ciclos de recesion desapareceran inmediatamente.
Recientemente, el pais experimento una desaceleracion economica y la recesion del
sector de la tecnologia y una recuperacion gradual. La economia esta todavia cargado
con algunas de las dinamicas subyacentes que historicamente han provocado ciclos
de recesion : compromisos excesivos como el exceso de inversion en proyectos de

uso intensivo de capital y la acumulacion de stock de inventarios . Sin embargo ,
debido a la rapida difusion de la informacion, las formas sofisticadas de contratacion
en linea , y los mercados cada vez mas transparentes en todas las industrias han
disminuido el impacto de este ciclo, " recesion " es probable que tengan un menor
impacto directo en nuestro nivel de vida . Ese parece haber sido el caso en la minirecesion
que hemos experimentado en 1991-1993 y fue aun mas evidente en la ultima
recesion de la decada de 2000 . La tasa de crecimiento de largo plazo subyacente
continuara a un ritmo exponencial .
Por otra parte , la innovacion y la tasa de cambio de paradigma no estan notablemente
afectados por las pequenas desviaciones causadas por los ciclos economicos . Todas
las tecnologias presentan un crecimiento exponencial se muestra en los graficos
anteriores continuan sin perder el ritmo a traves de la desaceleracion economica
reciente . Aceptacion de mercado tambien muestra evidencia de auge y caida . El
crecimiento general de la economia refleja completamente nuevas formas y capas de
la riqueza y el valor que antes no existia, o al menos que no constituian anteriormente
una parte importante de la economia , como las nuevas formas de materiales basados
en nanoparticulas , informacion genetica , propiedad intelectual , los portales de
comunicacion , sitios web , ancho de banda , software, bases de datos , y muchas
otras nuevas categorias de base tecnologica.
El sector global de tecnologia de informacion esta aumentando rapidamente su
participacion en la economia y es cada vez mas influyente en todos los demas
sectores , como se observa en la figura de abajo.92
Es parte de la economía
(representacion logaritmica)
Otra consecuencia de la ley de los retornos acelerados es el

crecimiento exponencial
de la educacion y el aprendizaje . Durante los ultimos 120 anos, hemos incrementado
nuestra inversion en la educacion K- 12 (por alumno y en dolares constantes) por un
factor de diez. Se ha producido un aumento de cien veces en el numero de estudiantes
universitarios. Automatizacion inicio mediante la amplificacion de la potencia de los
musculos y en los ultimos tiempos se ha amplificar el poder de nuestras mentes. Asi
que durante los ultimos dos siglos , la automatizacion ha ido eliminando puestos de
trabajo en la parte inferior de la escala de habilidad , mientras que la creacion de
puestos de trabajo nuevos (y mejor pagado) en la parte superior de la escala de
habilidad. La escalera se mueve hacia arriba , por lo que hemos estado aumentando
exponencialmente la inversion en educacion en todos los niveles (ver la figura
siguiente).

EE.UU. Gasto en Educación

(representacion logaritmica)

Ah, y por eso " oferta " al principio de este precis , consideran que los actuales
valores de las acciones se basan en las expectativas futuras. Dado que la miope vision
intuitiva lineal (literalmente) representa el punto de vista en todas partes, la sabiduria
comun de las expectativas economicas es subestimado drasticamente . Dado que los
precios de las acciones reflejan el consenso de un mercado comprador-vendedor , los
precios reflejan el supuesto lineal subyacente de que la mayoria de la gente comparte
sobre el crecimiento economico futuro . Pero la ley de la aceleracion de rendimiento
claramente implica que la tasa de crecimiento va a seguir creciendo de manera
exponencial, ya que el ritmo de progreso continuara acelerandose .

MOLLY 2004 : Pero espera un segundo , usted dijo que iba a recibir ochenta billon
de dolares si he leido y comprendido esta seccion del capitulo.

RAY : Eso es correcto. Segun mis modelos , si reemplazamos la perspectiva lineal
con las perspectivas exponencial mas apropiados, los precios actuales de las acciones
debe triple.[94] Como no (conservadora) cuarenta billon de dolares en los mercados de
renta variable , que tiene ochenta billones de dolares en riqueza adicional .
MOLLY 2004 : Pero usted dijo que yo iba a conseguir ese dinero.
RAY : No, he dicho "usted" se obtendria el dinero, y por eso le sugeri la lectura de la
sentencia con cuidado. La Ingles palabra "usted" puede ser singular o plural . Lo dije
en el sentido de " todos ustedes. "
MOLLY 2004 : Hmm , eso es molesto. .Quieres decir que todos nosotros como en el
mundo entero? Pero no todo el mundo va a leer este libro.
RAY : Bueno, pero todo el mundo podia. Asi que si todos ustedes leer este libro y lo
entienden , entonces las expectativas economicas se basan en el modelo exponencial
historico, y por lo tanto se incrementarian los valores bursatiles.
MOLLY 2004 : .Quieres decir que si todo el mundo lo entiende y esta de acuerdo con
el. Me refiero al mercado se basa en las expectativas , .verdad?
RAY : Bueno , supongo que estaba asumiendo eso. MOLLY 2004 : Asi es que lo que
se espera que suceda ?
RAY : Bueno, en realidad , no. Ponerse el sombrero futurista de nuevo, mi prediccion
es que, efectivamente, estos puntos de vista sobre el crecimiento exponencial
finalmente prevalecera pero solo con el tiempo, a medida que mas y mas evidencia de
la naturaleza exponencial de la tecnologia y su impacto en la economia se hace
evidente . Esto sucedera gradualmente a lo largo de la proxima decada , lo que
representara una fuerte corriente ascendente de largo plazo para el mercado .
GEORGE 2048: No se , Ray. Tenias razon que la relacion precio-rendimiento de la
tecnologia de la informacion en todas sus formas, siguio creciendo a un ritmo

exponencial , y con un crecimiento continuo tambien en el exponente. Y, en efecto , la
economia siguio creciendo exponencialmente, con lo que mas de la superacion de una
muy alta tasa de deflacion. Y tambien resulta que el publico en general tuvo exito a
todas estas tendencias. Pero esta constatacion no tuvo el impacto positivo en el
mercado de valores que se esta describiendo . El mercado de valores hizo aumentar
junto con la economia , pero la realizacion de una mayor tasa de crecimiento hizo
poco para aumentar el precio de las acciones .
RAY : .Por que crees que resulto de esa manera ?
GEORGE 2048: Porque te fuiste una cosa fuera de su ecuacion. Aunque la gente se
dio cuenta de que los valores bursatiles se incrementara rapidamente , ese mismo
ejercicio tambien aumento la tasa de descuento (la tasa a la que hay que descontar
los valores en el futuro cuando se considera su valor actual) . Piensa en ello . Si
sabemos que las acciones van a aumentar significativamente en un periodo futuro,
nos gustaria tener las acciones ahora para que podamos realizar las futuras
ganancias . Asi que la percepcion de un aumento de valor de las acciones futuras
tambien aumenta la tasa de descuento . Y eso anula la expectativa de los futuros
valores mas altos.
MOLLY 2104 : Eh, George , que no estaba muy bien tampoco. Lo que dices tiene
sentido logico, pero la realidad psicologica es que la mayor percepcion de un
aumento de los valores futuros tuvo un mayor impacto positivo en el precio de las
acciones que los aumentos en la tasa de descuento tenido un efecto negativo. Asi que
la aceptacion general de crecimiento exponencial , tanto en la relacion preciorendimiento
de la tecnologia y el ritmo de la actividad economica no proporcionaron
un proyecto al alza para el mercado de renta variable, pero no el

triple que usted
hablo , Ray , debido al efecto de que George estaba describiendo .
MOLLY 2004 : De acuerdo, lo siento me pregunto . Creo que voy a aferrarme a las
pocas acciones que tengo y no te preocupes por eso .
RAY : .Que ha invertido en ?
MOLLY 2004 : Vamos a ver , hay una nueva empresa del motor de busqueda basado
en el lenguaje natural que espera tomar en Google . Y tambien he invertido en una
empresa de pilas de combustible . Ademas, una empresa de construccion de sensores
que pueden viajar en el torrente sanguineo .
RAY : Me parece una bonita cartera de alto riesgo , de alta tecnologia .
MOLLY 2004 : Yo no diria que es una cartera. Estoy incursionando con las
tecnologias que hablas .
RAY : Esta bien, pero ten en cuenta que si bien las tendencias previstas por la ley de
rendimientos acelerados son muy suaves, eso no significa que podemos predecir
facilmente que prevaleceran competidores.
MOLLY 2004 : Si, es por eso que estoy abriendo mis apuestas.

CAPÍTULO TRES

El logro de la capacidad computacional del cerebro Humano

Como les comente en motores de la creacion , si se puede construir AI genuina , hay
razones para creer que se puede construir cosas como las neuronas que son un millon
de veces mas rapido. Esto nos lleva a la conclusion de que usted puede hacer que los
sistemas que piensan de un millon de veces mas rapido que una persona. Con AI ,
estos sistemas podrian hacer el diseno de ingenieria. Combinando esto con la
capacidad de un sistema para construir algo que es mejor que el, usted tiene la
posibilidad de una transicion muy abrupta . Esta situacion puede ser mas dificil de
tratar siquiera de la nanotecnologia , pero es mucho mas dificil de pensar de manera
constructiva en este punto. Por lo tanto , no ha sido el centro de las cosas que yo

discuto , aunque senalo periodicamente a el y decir : " Eso es importante tambien. "
-Eric Drexler, 1989
El sexto paradigma de Tecnologia Informatica : Tri-Dimensional Computacion Molecular y Computacional Tecnologias Emergentes
En la edicion 19 de abril 1965 , de la electronica , Gordon Moore escribio: " El futuro
de la electronica integrada es el futuro de la propia electronica. Las ventajas de la
integracion provocaran una proliferacion de la electronica, empujando esta ciencia en
muchas areas nuevas", 1 Con estas modestas palabras , Moore marco el comienzo de
una revolucion que aun esta cobrando impulso. Para dar a sus lectores una idea de
cuan profunda sera esta nueva ciencia , Moore predijo que " en 1975 , la economia
pueden dictar apretando tanto como 65.000 componentes en un solo chip de silicio . "
Imaginese que .
El articulo de Moore describe la duplicacion anual repetida del numero de
transistores (utilizado para los elementos computacionales , o puertas) que podria ser
montado en un circuito integrado . Su 1965 "Ley de Moore ", la prediccion fue
criticada en su momento porque su grafica logaritmica del numero de componentes
en un chip tenia solo cinco puntos de referencia (desde 1959 hasta 1965) , lo
proyectan esta tendencia naciente hasta llegar a 1975 fue considerado como
prematuro. Estimacion inicial de Moore era incorrecta , y reviso a la baja de una
decada mas tarde. Pero la idea basica - el crecimiento exponencial de la relacion
precio- rendimiento de la electronica basada en reducir el tamano de los transistores
en un circuito integrado , era valido y prescient.2
Hoy en dia, hablamos de miles de millones de componentes no miles . En los chips
mas avanzados de 2004, las puertas logicas son solo cincuenta nanometros de ancho,
ya bien en el ambito de la nanotecnologia (que se ocupa de las

mediciones de cien
nanometros o menos) . La desaparicion de la Ley de Moore se ha predicho de forma
regular , pero al final de este notable paradigma sigue siendo expulsado en el tiempo.
Paolo Gargini , Intel Fellow , director de estrategia de tecnologia de Intel y presidente
del influyente International Technology Roadmap para Semiconductores (ITRS),
declaro recientemente : "Nosotros vemos que por lo menos los proximos 15 a 20 anos
podemos seguir permaneciendo en la Ley de Moore. De hecho , ... nanotecnologia
ofrece muchas nuevas perillas podemos recurrir a continuar mejorando el numero de
componentes en un die.3
La aceleracion de la computacion ha transformado todo, desde las relaciones sociales
y economicas a las instituciones politicas, como demostrare en este libro. Pero Moore
no senalo en sus papeles que la estrategia de encogimiento tamanos de la
caracteristica no fue , de hecho , el primer paradigma para traer crecimiento
exponencial a la computacion y la comunicacion . Fue la quinta , y ya , podemos ver
los contornos de la siguiente : la computacion en el nivel molecular y en tres
dimensiones . A pesar de que tenemos mas de una decada a la izquierda del quinto
paradigma , ya ha habido un progreso convincente en todas las tecnologias de apoyo
necesarios para el sexto paradigma. En la siguiente seccion , proporciono un analisis
de la cantidad de computo y memoria necesaria para alcanzar niveles humanos de la
inteligencia y la razon por la que puedo estar seguro de que estos niveles se
alcanzaran en las computadoras de bajo costo dentro de dos decadas . Incluso estos
ordenadores muy potentes estaran lejos de ser optima , y en la ultima seccion de este
capitulo voy a revisar los limites de la computacion de acuerdo con las leyes de la

fisica tal y como los entendemos hoy en dia. Esto nos llevara a las computadoras
alrededor del ano a finales del siglo XXI .

El puente de 3 -D Molecular Computing .

Pasos intermedios ya estan en marcha : las nuevas tecnologias que conduzcan a la
sexta paradigma de la computacion tridimensional molecular incluyen los nanotubos
y los circuitos de nanotubos , computacion molecular , de autoensamblaje en circuitos
de nanotubos, los sistemas biologicos emulando asamblea de circuito, calculando con
el ADN, la espintronica (informatica con el espin de los electrones), la computacion
con la luz y la computacion cuantica. Muchas de estas tecnologias independientes se
pueden integrar en sistemas computacionales que eventualmente acercarse a la
capacidad maxima teorica de materia y energia para llevar a cabo el calculo y se
superan ampliamente las capacidades computacionales de un cerebro humano .

Un enfoque consiste en construir circuitos tridimensionales utilizando litografia de
silicio " convencional " . Matrix Semiconductor ya esta vendiendo los chips de
memoria que contienen planos apilados verticalmente de transistores en lugar de un
apartamento, layer.4 Desde un solo chip 3 -D puede tener mas memoria, el tamano
total del producto se reduce , por lo que Matrix se dirige inicialmente electronicos
portatiles , donde se pretende para competir con la memoria flash (utilizada en los
telefonos moviles y camaras digitales , ya que no pierde informacion cuando el poder
esta apagado). El sistema de circuitos apilados tambien reduce el costo general por
bit. Otro enfoque proviene de uno de los competidores de la matriz , Fujio Masuoka ,
un ex ingeniero de Toshiba que invento la memoria flash. Masuoka afirma que su
novedoso diseno de la memoria, que se parece a un cilindro, se reduce el tamano y el

costo por bit de la memoria por un factor de diez en comparacion con planos chips.5
prototipos de trabajo de chips de silicio tridimensionales tambien se han demostrado
en el Rensselaer Centro del Instituto Politecnico de Integracion Gigascale y en el
MIT Media Lab .
Nippon Telegraph and Telephone Corporation de Tokio (NTT) ha demostrado una
tecnologia dramatica 3 - D utilizando litografia de haz de electrones , que pueden
crear estructuras tridimensionales arbitrarias con tamanos de las caracteristicas (tales
como transistores) tan pequenos como diez nanometers.6 NTT demostro la
tecnologia mediante la creacion de un modelo de alta resolucion de la Tierra sesenta
micrones de tamano con caracteristicas de diez nanometros . NTT dice que la
tecnologia es aplicable a la nanofabricacion de dispositivos electronicos tales como
semiconductores , asi como la creacion de sistemas mecanicos a nanoescala .

Los nanotubos son todavía la mejor opción .

En la era de las maquinas espirituales , cite los nanotubos que utilizan moleculas
organizadas en tres dimensiones para almacenar bits de memoria y para actuar como
puertas logicas - como el mas probable la tecnologia para marcar el comienzo de la
era de la computacion molecular tridimensional. Los nanotubos sintetizados , primero
en 1991 , son tubos formados por una red hexagonal de atomos de carbono que se han
enrollado para hacer una costura cylinder.7 nanotubos son muy pequenas : los
nanotubos de pared unica son solo un nanometro de diametro , para que puedan
alcanzar altas densidades .
Tambien son potencialmente muy rapido . Peter Burke y sus colegas en la
Universidad de California en Irvine ha demostrado recientemente circuitos de
nanotubos funcionan a 2,5 gigahercios (GHz) . Sin embargo , en la

revista Nano
Letters, una revista revisada por pares de la Sociedad Quimica Americana , Burke
dice que el limite teorico de velocidad para estos transistores de nanotubos "debe ser
terahertz (THz 1 = 1.000 GHz), que es cerca de 1.000 veces mas rapido que las
velocidades de computacion modernos. " 8 Una pulgada cubica de circuitos de
nanotubos , una vez plenamente desarrollado , podria ser de hasta cien millones de
veces mas potente que el ser humano brain.[9]
Circuitos de nanotubos era polemica cuando discuti en 1999, pero ha habido un
progreso espectacular en la tecnologia durante los ultimos seis anos. Dos pasos
importantes se hicieron en 2001 . Un transistor basado en nanotubos (con
dimensiones de una a veinte nanometros) , que funciona a temperatura ambiente y el
uso de un solo electron para cambiar entre los estados activado y desactivado , se
informo en el 06 de julio 2001 , de la revista Science.[10]
Casi al mismo tiempo , IBM tambien demostro un circuito integrado con mil basado
en nanotubos transistors.[11]
Mas recientemente , hemos visto los primeros modelos de trabajo de un circuito
basado en nanotubos . En enero de 2004 los investigadores de la Universidad de
California en Berkeley y la Universidad de Stanford crearon un circuito de memoria
integrado, basado en nanotubes.12 Uno de los retos en el uso de esta tecnologia es
que algunos nanotubos son conductores (es decir , solo transmite electricidad) ,
mientras que otros actuan como semiconductores (es decir, son capaces de conmutar
y capaz de implementar puertas logicas) . La diferencia en la capacidad se basa en
caracteristicas estructurales sutiles . Hasta hace poco , la clasificacion a cabo
operaciones manuales necesarias , que no sea practico para la creacion de circuitos de

gran escala. Los cientificos de Berkeley y Stanford abordaron esta cuestion mediante
el desarrollo de un metodo totalmente automatizado de seleccion y descarte los
nanotubos nonsemiconductor .
La alineacion de los nanotubos es otro de los desafios con los circuitos de nanotubos ,
ya que tienden a crecer en todas las direcciones. En 2001 los cientificos de IBM
demostraron que los transistores de nanotubos podrian ser cultivadas en mayor ,
similar a los transistores de silicio . Se utilizo un proceso llamado "destruccion
constructiva", que destruye los nanotubos defectuosos justo en la oblea en lugar de
clasificarlos de forma manual. Thomas Theis, director de ciencias fisicas en el Centro
de Investigacion de IBM Thomas J. Watson , dijo en ese momento : "Creemos que
IBM ya ha superado un hito importante en el camino hacia chips de escala
molecular .... Si tenemos exito en ultima instancia , a continuacion, los nanotubos de
carbono se nos permiten mantener indefinidamente la ley de Moore en terminos de
densidad , porque hay muy pocas dudas en mi mente de que estos pueden ser mas
pequenos que cualquier futuro transistor.[13] silicio en mayo 2003 Nantero , una
pequena empresa en Woburn , Massachusetts, cofundado por el investigador de la
Universidad de Harvard Thomas Rueckes , tomo el proceso un paso mas alla cuando
se demostro una oblea de chip unico con diez mil millones de cruces de nanotubos ,
todos alineados en la direccion correcta . La tecnologia Nantero implica el uso de
equipos de litografia estandar para eliminar automaticamente los nanotubos que estan
alineados incorrectamente. Uso de Nantero de equipo estandar ha excitado
observadores de la industria porque la tecnologia no requeriria nuevas y costosas
maquinas de fabricacion . El diseno Nantero proporciona acceso

aleatorio , asi como
nonvolatility (los datos se conserva cuando el equipo esta apagado) , lo que significa
que podria sustituir a todas las formas primarias de la memoria : RAM , flash y disco.

Cálculo con moléculas .

Ademas de los nanotubos , se han logrado importantes avances en los ultimos anos en
la informatica con solo una o unas pocas moleculas. La idea de la informatica con las
moleculas se sugirio por primera vez en la decada de 1970 por Avi Aviram de IBM y
de la Universidad Northwestern Mark A. Ratner.[14] En ese momento, no teniamos las
tecnologias facilitadoras , que requieren avances simultaneos en la electronica , la
fisica, la quimica y incluso la ingenieria inversa de los procesos biologicos para la
idea de ganar traccion.

En 2002 los cientificos de la Universidad de Wisconsin y la Universidad de Basilea
crearon una " unidad de memoria atomica " que utiliza atomos para emular una
unidad de disco duro . Un solo atomo de silicio puede ser anadido o removido de un
bloque de veinte otros usando un microscopio de efecto tunel . El uso de este
proceso , los investigadores creen , el sistema se podria utilizar para almacenar
millones de veces mas datos en un disco de tamano comparable - una densidad de
alrededor 250 terabits de datos por pulgada cuadrada - a pesar de la demostracion
implicados solo un pequeno numero de bits.[15]

La velocidad de un terahertz predicho por Peter Burke para circuitos moleculares se
ve cada vez mas precisa , dado el transistor nanoescala creado por cientificos de la
Universidad de Illinois en Urbana- Champaign. Se ejecuta a una frecuencia de 604
gigahercios (mas de la mitad de un terahercios) [16]

Un tipo de molecula de que los investigadores han encontrado que tienen propiedades
deseables para la computacion se llama un " rotaxano , " que puede

cambiar estados
cambiando el nivel de energia de una estructura de anillo contenida dentro de la
molecula . Memoria rotaxano y dispositivos de conmutacion electronica se ha
demostrado , y mostrar el potencial de almacenar cien gigabits (1011 bits) por
pulgada cuadrada . El potencial seria aun mayor si se organiza en tres dimensiones .

Auto-ensamblaje .

Auto- ensamblaje de circuitos a nanoescala es otra tecnica que permita clave para la
nanoelectronica eficaces . Auto-ensamblaje permite que los componentes formados
incorrectamente al ser desechados de forma automatica y hace posible que los
potencialmente billones de componentes del circuito para que se organicen , en lugar
de ser cuidadosamente ensamblados en un proceso de arriba hacia abajo. Ello
permitiria a los circuitos a gran escala que se creen en tubos de ensayo en lugar de en
las fabricas de miles de millones de dolares, usando la quimica en lugar de la
litografia , de acuerdo con investigadores de la UCLA scientists.[17]
Universidad de Purdue han demostrado ya la libre organizacion de las estructuras de
nanotubos , usando el mismo principio de que hace que las hebras de ADN para
vincular juntos en estable structures.[18]
Cientificos de la Universidad de Harvard han dado un paso adelante fundamental en
junio de 2004 cuando se manifestaron otro metodo de auto-organizacion que se puede
utilizar en una gran scale.19 La tecnica comienza con la fotolitografia para crear una
matriz grabada de interconexiones (conexiones entre los elementos de calculo) . Un
gran numero de nanocables transistores de efecto de campo (una forma comun de los
transistores) y interconectores nanoescala se depositan en la matriz . Estos se
conectan a si mismos en el patron correcto .
En 2004 los investigadores de la Universidad del Sur de California y

el Centro de
Investigacion Ames de la NASA demuestra un metodo que se auto-organiza circuitos
extremadamente densas en un producto quimico solution.20 La tecnica crea
espontaneamente nanocables y hace que las celulas de memoria a nanoescala , cada
uno capaz de mantener tres bits de datos , que se auto-ensamblan en los cables . La
tecnologia tiene una capacidad de almacenamiento de 258 gigabytes de datos por
pulgada cuadrada (que los investigadores reclamacion podria aumentar diez veces),en
comparacion con 6,5 gigabits en una tarjeta de memoria flash. Tambien en 2003 IBM
demostro un dispositivo de memoria de trabajo utilizando polimeros que se autoensamblan
en veinte nanometros de ancho hexagonal structures.[21]
Tambien es importante que nanocircuitos ser auto -configuracion . El gran numero de
componentes del circuito y su fragilidad inherente (debido a su pequeno tamano) que
sea inevitable que algunas porciones de un circuito no funcionaran correctamente. No
va a ser economicamente factible para descartar todo un circuito , simplemente
porque un pequeno numero de transistores de un billon son no funcionamiento . Para
solucionar este problema , los circuitos futuros monitorear continuamente su propio
desempeno y la informacion de ruta alrededor de las secciones que son poco fiables
de la misma manera que la informacion en Internet se encamina en torno a nodos que
no funcionan . IBM ha sido particularmente activa en este campo de la investigacion
y ya ha desarrollado disenos de microprocesadores para diagnosticar
automaticamente los problemas y recursos de chips reconfigurar accordingly.[22]

Emulando Biología .

La idea de la construccion de los sistemas electronicos o mecanicos que son autoreplicantes
y auto-organizacion se inspira en la biologia , que se basa en estas

propiedades . La investigacion publicada en las Actas de la Academia Nacional de
Ciencias se describe la construccion de nanocables autorreplicantes basado en los
priones , que son proteinas autorreplicantes . (Como se detalla en el capitulo 4 , una
forma de prion parece desempenar un papel en la memoria humana , mientras que se
cree que otra forma de ser responsable de la enfermedad de Creutzfeldt - Iakob
variante, la forma humana de la enfermedad de las vacas locas .) [23] El equipo
involucrado en el proyecto utilizo como un modelo de priones , debido a su fuerza
natural . Debido a que los priones normalmente no conducen la electricidad , sin
embargo , los cientificos crearon una version modificada geneticamente que contiene
una fina capa de oro, que conduce la electricidad con baja resistencia . Profesor de
biologia del MIT Susan Lindquist , que dirigio el estudio , comento: "La mayoria de
las personas que trabajan en nanocircuitos estan tratando de construir utilizando
tecnicas de fabricacion de ' arriba hacia abajo ' . Pensamos que nos gustaria probar un
enfoque de " abajo hacia arriba" , y dejamos autoensamblaje molecular hacer el
trabajo duro para nosotros " .
La molecula auto-replicante final de la biologia es , por supuesto , el ADN .
Investigadores de la Universidad de Duke crearon bloques moleculares llamados
"tejas" fuera de ADN auto-montaje molecules.[24] Ellos fueron capaces de controlar la
estructura del conjunto resultante , creando " nanogrids , " Esta tecnica adjunta
automaticamente las moleculas de proteina a la celda de cada nanogrid , lo que podria
ser utilizado para llevar a cabo operaciones de calculo . Tambien demostraron un
proceso quimico que recubre los nanocintas ADN con plata para crear nanocables . Al
comentar sobre el articulo en el numero del 26 de septiembre de

2003, de la revista
Science , dijo el investigador principal Hao Yan, " Para usar el ADN de autoensamblaje
de moleculas de proteinas u otras moleculas de la plantilla se ha buscado
desde hace anos, y esta es la primera vez que se ha demostrado tan claramente . " [25]

Computación con ADN .

ADN es propio ordenador nanoingenieria de la naturaleza , y su capacidad de
almacenar informacion y llevar a cabo manipulaciones logicas a nivel molecular ya
ha sido explotado en "ordenadores especializados de ADN . " Un ordenador de ADN
es esencialmente un tubo de ensayo lleno con agua que contiene miles de millones de
moleculas de ADN , con cada molecula que actua como un ordenador .
El objetivo del calculo es para resolver un problema , con la solucion expresada como
una secuencia de simbolos . (Por ejemplo , la secuencia de simbolos podrian
representar una demostracion matematica o solo los digitos de un numero.) Asi es
como funciona una computadora de ADN. Se crea una pequena cadena de ADN ,
utilizando un codigo unico para cada simbolo . Cada uno de esos cadena se repite
miles de millones de veces usando un proceso llamado "reaccion en cadena de la
polimerasa " (PCR). Estas piscinas de ADN entonces se ponen en un tubo de ensayo.
Dado que el ADN tiene una afinidad para ligarse filamentos juntos , formar hebras
largas de forma automatica , con secuencias de las hebras que representan los
diferentes simbolos , cada uno de ellos una posible solucion al problema . Dado que
habra muchos miles de millones de tales filamentos , hay multiples hebras para cada
respuesta posible (es decir, cada posible secuencia de simbolos).
El siguiente paso del proceso es poner a prueba todos los hilos simultaneamente .
Esto se hace mediante el uso de enzimas especialmente disenadas

que destruyen
hebras que no cumplen ciertos criterios . Las enzimas se aplican al tubo de ensayo
secuencial , y mediante el diseno de una serie de enzimas precisa el procedimiento
eventualmente destruir todas las hebras incorrectos , dejando solo los que tienen la
respuesta correcta. (Para una descripcion mas completa del proceso, vea esta nota: [26])
La clave para el poder de la computacion ADN es que permite para probar cada uno
de los miles de millones de hebras simultaneamente . En 2003 los cientificos israelies
dirigidos por Ehud Shapiro en el Instituto Weizmann de Ciencia ADN combinado con
trifosfato de adenosina (ATP) , el combustible natural para los sistemas biologicos ,
tales como la humana cuerpo.27 Con este metodo , cada una de las moleculas de
ADN era capaz de realizar calculos , asi como proporcionar su propia energia . Los
cientificos del Weizmann demostraron una configuracion que consta de dos
cucharadas de este sistema de supercomputacion liquido , que contenia treinta
millones de millones de ordenadores moleculares y llevaron a cabo un total de 660
billones de calculos por segundo (6.6×10^{14} cps) . El consumo de energia de estos
equipos es muy bajo , solo cincuenta millonesimas de watt para todos los treinta
millones de millones de computadoras.
Hay una limitacion, sin embargo , a la computacion de ADN : cada uno de los
muchos miles de millones de ordenadores tiene que realizar la misma operacion a la
vez (aunque en datos diferentes) , por lo que el dispositivo es una " instruccion
multiples datos individuales " (SIMD) arquitectura . Si bien existen importantes
clases de problemas que son susceptibles de un sistema SIMD (por ejemplo , el
procesamiento de cada pixel en una imagen para la mejora de la imagen o de

compresion , y la solucion de problemas de logica combinatoria -) , no es posible
para programarlos para los algoritmos de proposito general , en el que cada equipo es
capaz de ejecutar cualquier operacion que se necesita para su mision particular.
(Tenga en cuenta que los proyectos de investigacion de la Universidad de Purdue y la
Universidad de Duke , descrito anteriormente, que utilizan cadenas de ADN automontaje
para crear estructuras tridimensionales son diferentes de la computacion con
ADN descritas aqui . Estos proyectos de investigacion tienen el potencial de crear
configuraciones arbitrarias que son no limitado a SIMD computacion.)

Cálculo de spin .

Ademas de su carga electrica negativa , los electrones tienen otra propiedad que
puede ser explotado para la memoria y calculo : giro . De acuerdo con la mecanica
cuantica , los electrones giran sobre un eje , similar a la forma en que la tierra rota
sobre su eje . Este concepto es teorico , debido a que un electron se considera que
ocupa un punto en el espacio , por lo que es dificil imaginar un punto sin cantidad
que hace girar , no obstante. Sin embargo, cuando una corriente electrica se mueve
carga , se produce un campo magnetico, que es real y medible. Un electron puede
girar en una de dos direcciones , que se describe como " arriba" y "abajo", por lo que
esta propiedad puede ser explotada para la conmutacion de la logica o de codificar un
poco de memoria .

El excitante propiedad de la espintronica es que no se requiere energia para cambiar
de estado de espin de un electron . La Universidad de Stanford , profesor de fisica
Shoucheng Zhang y profesor de Universidad de Tokio Naoto Nagaosa Pongamoslo
de esta manera : "Hemos descubierto el equivalente de la" Ley de Ohm ' un nuevo [la

ley que establece que la electronica actual en un alambre equals voltaje dividido por
la resistencia] .. .. [es] dice que el espin del electron puede ser transportado sin
ninguna perdida de energia , o la disipacion . Ademas, este efecto se produce a
temperatura ambiente en materiales ya ampliamente utilizados en la industria de los
semiconductores , como el arseniuro de galio . eso es importante porque que podria
permitir a una nueva generacion de dispositivos de computacion . "
[28]
El potencial , entonces, es para conseguir las eficiencias de superconductor (es decir,
mover la informacion en o cerca de la velocidad de la luz sin ninguna perdida de
informacion) a temperatura ambiente . Tambien permite multiples propiedades de
cada electron para ser utilizado para la computacion , aumentando de este modo el
potencial para la memoria y la densidad computacional .
Una de las formas de la espintronica ya es familiar para los usuarios de computadoras
la magnetorresistencia (un cambio en la resistencia electrica causada por un campo
magnetico) se utiliza para almacenar los datos en los discos duros magneticos. Una
nueva forma emocionante de la memoria no volatil basado en espintronica llamada
MRAM se espera (memoria de acceso aleatorio magnetica) para entrar en el mercado
en pocos anos. Al igual que los discos duros , la memoria MRAM conserva sus datos,
sin poder, pero no utiliza partes moviles y tendra velocidades y regrabacion
comparables a la RAM convencional.
Tiendas MRAM informacion en aleaciones metalicas ferromagneticas , que son
adecuados para el almacenamiento de datos, pero no para las operaciones logicas de
un microprocesador . El santo grial de la espintronica seria lograr efectos practicos
espintronica en un semiconductor , que nos permitan utilizar la tecnologia tanto para

la memoria y la logica . Fabricacion de chips de hoy se basa en el silicio , que no
tiene las propiedades magneticas requeridas . En marzo de 2004 un grupo
internacional de cientificos informo que por el dopaje de una mezcla de silicio y el
hierro con el cobalto , el nuevo material es capaz de mostrar las propiedades
magneticas necesarias para la espintronica , manteniendo la estructura cristalina del
silicio requiere como semiconductor.[29]
Un papel importante de la espintronica en el futuro de la memoria del equipo esta
clara, y es probable que contribuya a sistemas de logica tambien. El espin de un
electron es una propiedad cuantica (sujeto a las leyes de la mecanica cuantica) , asi
que quizas la aplicacion mas importante de la espintronica sera en los sistemas de
computacion cuantica , utilizando el espin de los electrones cuantica entrelazados
para representar qubits , que explicare mas adelante .
La rotacion tambien se ha utilizado para almacenar la informacion en el nucleo de los
atomos , el uso de la compleja interaccion de los momentos magneticos sus protones .
Cientificos de la Universidad de Oklahoma tambien demostraron una "fotografia
molecular " tecnica para almacenar 1024 bits de informacion en una sola molecula de
cristal liquido que comprende diecinueve hidrogeno atoms.[30]

Cálculo de Luz.

Otro enfoque para SIMD computing es utilizar multiples rayos de luz laser en el que
la informacion se codifica en cada flujo de fotones . Los componentes opticos se
pueden utilizar para realizar las funciones logicas y aritmeticas sobre los flujos de
informacion codificados . Por ejemplo , un sistema desarrollado por pequenas lentes ,
una pequena empresa israeli , utiliza laseres 256 y puede realizar ocho billon de
calculos por segundo realizando el mismo calculo en cada una de las 256 secuencias

de data.31 El sistema puede ser utilizado para aplicaciones tales como la realizacion
de compresion de datos en 256 canales de video .
Tecnologias SIMD , como ordenadores de ADN y los ordenadores opticos tendran
importantes roles especializados que desempenar en el futuro de la computacion . La
replicacion de ciertos aspectos de la funcionalidad del cerebro humano , tales como el
procesamiento de los datos sensoriales , puede utilizar arquitecturas SIMD. Para otras
regiones del cerebro , tales como los relacionados con el aprendizaje y el
razonamiento, la computacion de proposito general , con sus "multiples instrucciones
multiples datos" (MIMD) deberan arquitecturas. Para computing MIMD alto
rendimiento , tendremos que aplicar los paradigmas de computacion molecular
tridimensional descritos anteriormente.

Quantum Computing.

La computacion cuantica es una forma aun mas radical de procesamiento paralelo
SIMD , pero que se encuentra en una fase muy temprana de desarrollo en
comparacion con las otras nuevas tecnologias que hemos discutido . Un ordenador
cuantico contiene una serie de qubits , que esencialmente son cero y uno al mismo
tiempo . El qubit se basa en la ambiguedad fundamental inherente a la mecanica
cuantica . En un ordenador cuantico , los qubits estan representados por una
propiedad cuantica de las particulas, por ejemplo, el estado de espin de los electrones
individuales . Cuando los qubits estan en un estado de " enredarse " , cada uno es al
mismo tiempo en ambos estados. En un proceso llamado " decoherencia cuantica " se
resuelve la ambiguedad de cada qubit , dejando una secuencia inequivoca de unos y
ceros . Si el ordenador cuantico esta configurado de manera correcta , que decohered
secuencia representara la solucion a un problema. Esencialmente ,

solo la secuencia
correcta sobrevive el proceso de coherencia .
Al igual que con el ordenador de ADN se ha descrito anteriormente , una clave para
el exito de la computacion cuantica es una declaracion cuidadoso del problema ,
incluyendo una forma precisa para poner a prueba posibles respuestas . El ordenador
cuantico prueba efectivamente cada posible combinacion de valores de los qubits .
Asi que un ordenador cuantico con un millar de qubits probar 21000 (un numero
aproximadamente igual a uno seguido de 301 ceros) soluciones potenciales al mismo
tiempo .
Un ordenador cuantico mil bits seria mucho superar a cualquier computadora de
ADN concebible , o para el caso cualquier equipo no cuantica concebible. Hay dos
limitaciones en el proceso, sin embargo . La primera es que , como el ADN y
ordenadores opticos se discutio anteriormente , solo un conjunto especial de
problemas es susceptible de ser presentado a un ordenador cuantico . En esencia ,
tenemos que yo sea capaz de probar cada posible respuesta de una manera simple.
El ejemplo clasico de una utilidad practica para la computacion cuantica esta en
factoring numeros muy grandes (encontrar que un numero menor, cuando se
multiplican entre si , dan lugar a la gran cantidad) . Numero de factoring con mas de
512 bits actualmente no se puede lograr en un ordenador digital, incluso un paralelo
masivo one.[32]
Clases interesantes de problemas susceptibles de computacion cuantica incluyen
codigos de cifrado ruptura (que dependen de un gran numero de factoring) . El otro
problema es que la potencia de calculo de un ordenador cuantico depende del numero
de qubits entrelazados , y el estado de la tecnica se limita actualmente a alrededor de

diez bits . Un ordenador cuantico diez bits no es muy util , ya que 210 es solo 1.024 .
En un ordenador convencional , que es un proceso sencillo para combinar bits de
memoria y puertas logicas . No podemos, sin embargo , crear un ordenador cuantico
veinte - qubit simplemente mediante la combinacion de dos maquinas de diez qubit .
Todos los qubits tienen que ser cuantica - enredados juntos , y que ha demostrado ser
un reto .
Una pregunta clave es : .es dificil para agregar cada qubit adicional? La potencia de
calculo de un ordenador cuantico crece exponencialmente con cada qubit anadido,
pero si resulta que la adicion de cada qubit adicional hace que la tarea de ingenieria
exponencialmente mas dificil , no se gana ninguna ventaja. (Es decir , la potencia de
calculo de un ordenador cuantico sera solo linealmente proporcional a la dificultad de
ingenieria .) En general, los metodos propuestos para la adicion de los qubits hacen
que los sistemas resultantes significativamente mas delicada y susceptible a la
decoherencia prematura .
Hay propuestas para aumentar significativamente el numero de qubits , aunque estas
aun no se han demostrado en la practica. Por ejemplo , Stephan Gulde y sus colegas
en la Universidad de Innsbruck han construido un ordenador cuantico con un solo
atomo de calcio que tiene el potencial de codificar simultaneamente decenas de
qubits - posiblemente hasta ciento - con diferentes propiedades cuanticas en el
atom.33 la el papel fundamental de la computacion cuantica sigue sin resolverse.
Pero incluso si una computadora cuantica con cientos de qubits entrelazados
demuestra factible , se mantendra un dispositivo de proposito especial , aunque uno
con notables capacidades que no pueden ser emuladas de cualquier otra manera .

Cuando sugeri en la era de las maquinas espirituales que la computacion molecular
seria la sexta gran paradigma de la computacion , la idea seguia siendo controversial .
Ha habido mucho progreso en los ultimos cinco anos, que se ha producido un cambio
radical en la actitud de los expertos , y esto se ha convertido en una vista general. Ya
tenemos pruebas de concepto para todos los principales requisitos para la
computacion molecular tridimensional : transistores de una sola molecula , las celulas
de memoria basado en atomos , nanocables y metodos a la libre reunion y autodiagnosticar
los billones (potencialmente billones de billones) de los componentes .
Procede contemporaneos electronica desde el diseno de planos detallados de chips a
la fotolitografia a la fabricacion de patatas fritas en grandes fabricas centralizadas.
Nanocircuitos son mas propensos a ser creado en pequenos frascos de quimica , un
desarrollo que sera otro paso importante en la descentralizacion de nuestra
infraestructura industrial y mantendran la ley de los retornos acelerados a traves de
este siglo y mas alla .

La capacidad computacional del cerebro humano

Puede parecer aventurado esperar que las maquinas inteligentes totalmente en unas
pocas decadas , cuando los equipos apenas han igualado mentalidad de insectos en un
medio siglo de desarrollo . De hecho , por esa razon , muchos investigadores de
inteligencia artificial desde hace mucho tiempo se burlan de la sugerencia, y ofrecen
unos siglos como un periodo mas creible. Pero hay muy buenas razones para que las
cosas van a ir mucho mas rapido en los proximos cincuenta anos de lo que lo han
hecho en los ultimos cincuenta anos. . . . Desde 1990, la potencia disponible para AI
individual y programas de robotica se ha duplicado cada ano, a 30 MIPS en 1994 y

500 MIPS en 1998. Semillas hace mucho alegados esteril de repente brotan .
Maquinas de leer el texto , reconocer el habla , incluso traducir idiomas. Robots la
unidad entre paises , se arrastran a traves de Marte , y nido por los pasillos de la
oficina. En 1996 un programa llamado teorema demostrando EQP correr cinco
semanas con un equipo MIPS 50 en el Laboratorio Nacional Argonne encontro una
prueba de la conjetura de algebra de Boole de Herbert Robbins que habia eludido a
los matematicos durante sesenta anos. Y es todavia solo la primavera . Esperar hasta
el verano .
-Hans Moravec "CUANDO SE HARDWARE PARTIDO DEL HUMANO CEREBRO ? " 1997
.Cual es la capacidad computacional de un cerebro humano ? Se han realizado una
serie de estimaciones , basado en la difusion de la funcionalidad de las regiones del
cerebro que han sido ingenieria inversa (es decir, los metodos de entenderse) a
niveles humanos de rendimiento. Una vez que tengamos una estimacion de la
capacidad computacional para una region en particular , podemos extrapolar que la
capacidad de todo el cerebro , considerando cual es la parte del cerebro que la region
representa. Estas estimaciones se basan en la simulacion funcional, que se replica la
funcionalidad global de una region en lugar de la simulacion de cada neurona y la
conexion interneuronal en esa region .
Aunque no queremos depender de ningun calculo sencillo , nos encontramos con que
las diversas evaluaciones de las diferentes regiones del cerebro , proporcionan
estimaciones razonablemente cerca de todo el cerebro. Las siguientes son las
estimaciones de orden de magnitud, lo que significa que estamos tratando de
determinar las cifras correspondientes al multiplo mas cercano de diez. El hecho de

que las diferentes formas de hacer la misma estimacion dan respuestas similares
corrobora el enfoque e indica que las estimaciones estan en un rango apropiado .
La prediccion de que la Singularidad - una expansion de la inteligencia humana por
un factor de miles de millones a traves de fusion con su forma no biologica - ocurrira
dentro de las proximas decadas no depende de la precision de estos calculos . Incluso
si nuestra estimacion de la cantidad de calculo necesaria para simular el cerebro
humano era demasiado optimista (es decir, demasiado bajo) por un factor de hasta
mil (que creo que es poco probable) , que retrasaria la Singularidad por solo
alrededor de ocho anos.34 Un factor de un millon de que significaria un retraso de
solo unos quince anos , y un factor de mil millones seria un retraso de alrededor de
veintiun anos.35
Hans Moravec , robotica legendario en la Universidad Carnegie Mellon , ha
analizado las transformaciones realizadas por el circuito de procesamiento de
imagenes neuronales que figura en el retina.36 La retina es de unos dos centimetros de
ancho y medio milimetro de espesor . La mayor parte de la profundidad de la retina
se dedica a la captura de una imagen, pero una quinta parte se dedica al
procesamiento de imagen , que incluye distintiva movimiento oscuridad y la luz , y la
deteccion de un millon de pequenas regiones de la imagen .
La retina , segun el analisis de Moravec , realiza diez millones de estos bordes y el
movimiento detecciones cada segundo . Basado en sus varias decadas de experiencia
en la creacion de sistemas de vision robotica , se estima que se requiere la ejecucion
de un centenar de instrucciones de ordenador para volver a crear cada uno de tales
deteccion a niveles humanos de rendimiento , lo que significa que replicar la

funcionalidad de procesamiento de imagenes de esta porcion de la retina requiere
1.000 MIPS . El cerebro humano es de aproximadamente 75.000 veces mas pesado
que los 0,02 gramos de neuronas en esta porcion de la retina , lo que resulta en una
estimacion de alrededor de 1.014 (100 billones de dolares) de instrucciones por
segundo para toda la brain.[37]
Otra estimacion proviene de la obra de Lloyd Watts y sus colegas en la creacion de
simulaciones funcionales de las regiones del sistema auditivo humano , que discuto
en el capitulo 4.[38] Una de las funciones de los vatios Software ha desarrollado una
tarea llamada " separacion de flujos , " que se utiliza en las teleconferencias y otras
aplicaciones para lograr la telepresencia (la localizacion de cada participante en una
teleconferencia de audio remoto) , para lograr esto , Watts explica , significa " medir
con precision el retardo de tiempo entre los sensores de sonido que estan separadas en
el espacio y que tanto recibir el sonido " . El proceso consiste en analisis de tono ,
posicion en el espacio, y las senales de voz, incluyendo senales especificas del
idioma. "Una de las claves importantes utilizados por los seres humanos para
localizar la posicion de una fuente de sonido es la diferencia horaria Interaural (ITD),
es decir, la diferencia en el tiempo de llegada de los sonidos en los dos oidos. " [39]
Propio grupo de Watts ha creado funcionalmente equivalente recreaciones de estas
regiones cerebrales derivados de la ingenieria inversa. Se estima que 1.011 cps estan
obligados a lograr la localizacion de nivel humano de los sonidos. Las regiones de la
corteza auditiva responsables de este procesamiento comprenden al menos 0,1 por
ciento de las neuronas del cerebro . Asi que una vez mas llegamos a una estimacion
aproximada de unos 10^{14} cps ° 10^{3}) .

Sin embargo, otra estimacion proviene de una simulacion en la Universidad de Texas,
que representa la funcionalidad de una region del cerebelo que contiene 10^4
neuronaslo que requiere aproximadamente 10^8 cps, aproximadamente 10^4 cps o por
neurona . La extrapolacion de este sobre un estimado de 10^{11} neuronas resulta en una
cifra de aproximadamente 10^{15} cps para todo el cerebro .
Vamos a discutir el estado de la ingenieria inversa del cerebro humano despues, pero
esta claro que podemos emular la funcionalidad de las regiones del cerebro con
menos calculo de lo que se requiere para simular el funcionamiento no lineal preciso
de cada neurona y todos los componentes neuronales (que es decir, todas las
complejas interacciones que tienen lugar dentro de cada neurona) . Llegamos a la
misma conclusion cuando se intenta simular la funcionalidad de los organos en el
cuerpo. Por ejemplo , los dispositivos implantables se estan probando que simulan la
funcionalidad del pancreas humano en la regulacion de la insulina levels.40 Estos
dispositivos funcionan mediante la medicion de los niveles de glucosa en la sangre y
la liberacion de la insulina de una manera controlada para mantener los niveles en un
rango apropiado . Mientras que siguen un metodo similar a la de un pancreas
biologica , no , sin embargo , intentan simular cada celula de islotes pancreaticos , y
no habria ninguna razon para hacerlo .
Estas estimaciones toda resultado en ordenes de magnitud comparable (10^{14}-10^{15}
cps). Dada la etapa temprana de la ingenieria inversa del cerebro humano , voy a
utilizar una cifra mas conservadora de 10^{16} cps para nuestras discusiones posteriores.
Simulacion funcional del cerebro es suficiente para volver a crear las capacidades
humanas de reconocimiento de patrones , la inteligencia , y la inteligencia emocional.

Por otro lado , si se quiere "cargar" la personalidad de una persona en particular (es
decir, la captura de todos sus conocimientos, habilidades y personalidad, un concepto
que voy a explorar en mayor detalle al final del capitulo 4) , entonces puede ser
necesario para simular procesos neuronales en el nivel de las neuronas individuales y
las porciones de las neuronas , tales como el soma (cuerpo celular) , axon (conexion
de salida) , dendritas (arboles de conexiones entrantes) , y las sinapsis (regiones de
conexion axones y dendritas) . Para ello, tenemos que mirar a los modelos detallados
de las neuronas individuales . El "fan out" (numero de conexiones interneuronales)
por neurona se estima en 10^3 . Con un estimado de 10^{11} neuronas , que es cerca de
10^{14} conexiones. Con un tiempo de reposicion de cinco milisegundos, que llega a
cerca de 10^{16} transacciones por segundo sinapticas .
Simulaciones de neurona modelo indican la necesidad de unos 10^3 calculos por
transaccion sinaptica a capturar las no linealidades (interacciones complejas) en las
dendritas y otras regiones de neuronas , lo que resulta en una estimacion global de
aproximadamente 10^{19} cps para simular el cerebro humano en este level.[41]
Podemos por lo tanto considerar este un limite superior, pero desde 10^{14} hasta 10^{16}
cps para lograr equivalencia funcional de todas las regiones cerebrales es probable
que sea suficiente .
Blue Gene / L supercomputadora de IBM , que esta siendo construido y programado
para ser completado en la epoca de la publicacion de este libro, se proyecta para
proporcionar 360 Trillon de calculos por segundo ($3.6 \degree 10^{14}$ cps) [42] Esta figura es
ya mayor que las estimaciones mas bajas descritas anteriormente. Blue Gene / L
tambien tendra un centenar de terabytes (alrededor de 10^{15} bits) de almacenamiento

principal , mas que nuestra estimacion para la emulacion de la memoria funcional del
cerebro humano (ver mas abajo) . De acuerdo con mis predicciones anteriores ,
supercomputadoras lograran mi estimacion mas conservadora de 10^{16} cps para la
emulacion del cerebro humano funcional a principios de la proxima decada (vease la
" supercomputadora Power" figura en la pag. 71) .

Acelerar la disponibilidad de la computación personal humano de nivel .

Las computadoras personales de hoy proporcionan mas de 109 cps . De acuerdo con
las proyecciones del " crecimiento exponencial de la computacion " grafico (p. 70) ,
lograremos 1016cps 2025. Sin embargo , hay varias formas de esta linea de tiempo
puede ser acelerado. En lugar de utilizar procesadores de proposito general , uno
puede usar circuitos integrados especificos de la aplicacion (ASIC) para
proporcionar un mayor rendimiento para los calculos de precio muy repetitivas .
Tales circuitos ya proporcionan un rendimiento extremadamente alto de calculo para
los calculos repetitivos usados en la generacion de imagenes en movimiento en los
videojuegos. ASIC puede aumentar calidad-precio por mil , cortando cerca de ocho
anos fuera de la fecha de 2025 . Los programas variados que una simulacion del
cerebro humano comprender tambien incluyen una gran cantidad de repeticion y por
lo tanto seran susceptibles de aplicacion ASIC . El cerebelo , por ejemplo , se repite
un patron de cableado basicos miles de millones de veces .
Tambien vamos a ser capaces de amplificar la potencia de los ordenadores personales
por la recoleccion de la potencia de calculo no utilizada de los dispositivos a traves de
Internet . Nuevos paradigmas de la comunicacion , como la computacion "malla "
contemplan el tratamiento de todos los dispositivos en la red como un nodo en lugar

de un " rayo. " 43 En otras palabras, en lugar de los dispositivos (tales como
computadoras personales y PDAs) simplemente el envio de informacion desde y
hacia los nodos , cada dispositivo actuara como un nodo en si , el envio de
informacion a y recibir informacion de cada otro dispositivo . Eso creara autoorganizacion
de redes muy solidas y de comunicacion. Tambien sera mas facil para
las computadoras y otros dispositivos para aprovechar los ciclos de CPU no
utilizados de los dispositivos en su region de la malla.
Actualmente , al menos 99 por ciento , si no el 99,9 por ciento, de la capacidad de
calculo de todos los ordenadores en Internet se encuentra sin uso. Efectivamente el
aprovechamiento de este calculo puede proporcionar un factor de 102 o 103 en un
aumento de precio-rendimiento . Por estas razones , es razonable esperar que la
capacidad del cerebro humano, al menos en terminos de capacidad computacional de
hardware , por mil dolares por alrededor de 2020 .
Sin embargo, otro enfoque para acelerar la disponibilidad de la computacion de nivel
humano en un ordenador personal es el uso de transistores en su modo de " analogo "
nativa . Muchos de los procesos en el cerebro humano son analogica , no digital. A
pesar de que puede emular los procesos analogicos a cualquier grado deseado de
precision con la computacion digital , se pierde varios ordenes de magnitud de la
eficiencia al hacerlo . Un solo transistor puede multiplicar dos valores representados
como niveles analogicos , si lo hace con circuitos digitales requiere de miles de
transistores . Instituto de Tecnologia de California Carver Mead ha sido pionera en
este concept.44 Una desventaja del enfoque de Mead es que el tiempo de diseno de
ingenieria requerido para tal calculo analogico nativa es largo, asi que la mayoria de

los investigadores en desarrollo de software para emular las regiones del cerebro por
lo general prefieren el rapido cambio de simulaciones de software .

Capacidad de la memoria humana .

.De que manera la capacidad de computo en comparacion con la capacidad de la
memoria humana ? Resulta que llegamos a las estimaciones de tiempo de fotograma
similares si nos fijamos en los requisitos de memoria humanos. El numero de
"trozos" de conocimiento dominado por un experto en un dominio es de
aproximadamente 10^5 para una variedad de dominios . Estos trozos representan
patrones (como caras) , asi como el conocimiento especifico. Por ejemplo , se estima
que un maestro de ajedrez de primer nivel que han dominado unos 100.000 puestos
de mesa. Shakespeare utiliza 29.000 palabras , pero cerca de 100 mil significados de
esas palabras. Desarrollo de sistemas expertos en medicina indican que los seres
humanos pueden dominar unas 100.000 conceptos en un dominio. Si estimamos que
este conocimiento "profesional " representa tan solo el 1 por ciento de la pauta
general y almacenar el conocimiento de un ser humano , se llega a una estimacion de
10^7 pedazos.

Basado en mi propia experiencia en sistemas que pueden almacenar fragmentos
similares de conocimiento , ya sea en sistemas expertos basados en reglas o sistemas
autoorganizados de reconocimiento de patrones disenar, una estimacion razonable es
de unos 106 bits por porcion (patron o un elemento de conocimiento), para un
capacidad total de 10^{13}(10 billones) bits para la memoria funcional de un ser humano.

De acuerdo con las proyecciones de la hoja de ruta ITRS (ver tabla en la RAM p.57),
seremos capaces de comprar 10^{13} bits de memoria por mil dolares en
aproximadamente 2.018. Tenga en cuenta que esta memoria sea

millones de veces
mas rapido que el proceso de la memoria electroquimica utilizada en el cerebro
humano y por lo tanto sera mucho mas eficaz.
De nuevo, si modelamos la memoria humana en el nivel de las conexiones
interneuronales individuales , se obtiene una estimacion mas alta . Podemos estimar
aproximadamente 10^4 bits por conexion para almacenar los patrones de conexion y
las concentraciones de neurotransmisores . Con un estimado de 10^{14} conexiones, que
llega a 10^{18} (mil millones de millones de dolares) los bits .
En base a los analisis anteriores, es razonable esperar que el hardware que puede
emular la funcionalidad del cerebro humano que este disponible para alrededor de mil
dolares hacia 2020 . Como veremos en el capitulo 4, el software que va a replicar que
la funcionalidad tomara alrededor de una decada mas . Sin embargo , el crecimiento
exponencial de la relacion precio- rendimiento, la capacidad y la velocidad de nuestra
tecnologia de hardware continuara durante ese periodo , por lo que en 2030 se
necesitara un pueblo de cerebros humanos (alrededor de mil) para que coincida con
el valor de computo de mil dolares . En 2050, un mil dolares de informatica superara
la potencia de procesamiento de todos los cerebros humanos en la Tierra . Por
supuesto , esta cifra incluye los cerebros que todavia utilizan solo las neuronas
biologicas .
Mientras que las neuronas humanas son creaciones maravillosas , nos (y no hacer)
circuitos informaticos de diseno utilizando los mismos metodos lentos . A pesar de la
ingenuidad de los disenos evolucionaron mediante la seleccion natural , son muchos
ordenes de magnitud menos capaces que lo que vamos a ser capaces de disenar . Al
aplicar ingenieria inversa a nuestros cuerpos y cerebros , estaremos en condiciones de

crear sistemas comparables que son mucho mas duraderos y que operan miles de
millones de veces mas rapido que los sistemas evolucionados naturalmente. Nuestros
circuitos electronicos ya son mas de un millon de veces mas rapido que los procesos
electroquimicos de una neurona , y esta velocidad se siguen para acelerar .
La mayor parte de la complejidad de una neurona humana se dedica al mantenimiento
de las funciones de soporte de vida , no sus capacidades de procesamiento de
informacion . En ultima instancia , vamos a ser capaces de portar nuestros procesos
mentales a un sustrato de calculo mas adecuado. Entonces la mente no tendran que
permanecer tan pequeno .

Los límites de la Computación

Si un superordenador mas eficiente trabaja todo el dia para calcular un problema de
simulacion de clima, .cual es la cantidad minima de energia que debe disiparse de
acuerdo con las leyes de la fisica ? La respuesta es realmente muy simple de calcular,
ya que no esta relacionada con la cantidad de calculo . La respuesta es siempre igual a
cero. - EDWARD Fredkin , PHYS 45
Ya hemos tenido cinco paradigmas (calculadoras electromecanicas , computacion
basado en reles , tubos de vacio , transistores discretos y circuitos integrados) que
han proporcionado un crecimiento exponencial de la relacion precio-rendimiento y
las capacidades de la computacion . Cada vez que un paradigma llego a su limite ,
otro paradigma tomo su lugar . Ya podemos ver los contornos del sexto paradigma ,
lo que traera la computacion en la tercera dimension molecular. Debido calculo
subyace los fundamentos de todo lo que nos importa , desde la economia a la
inteligencia y la creatividad humana , que bien podrian preguntarse : .hay limites
definitivos a la capacidad de la materia y energia para realizar el

calculo ? Si es asi ,
.cuales son estos limites , y cuanto tiempo se tarda en llegar a ellos?
La inteligencia humana se basa en los procesos computacionales que estamos
aprendiendo a entender. En ultima instancia, vamos a multiplicar nuestras
capacidades intelectuales , aplicando y ampliando los metodos de la inteligencia
humana con la mucho mayor capacidad de computacion no biologicos . Asi que para
tener en cuenta los ultimos limites de la computacion es realmente preguntar: .cual es
el destino de nuestra civilizacion?
Un desafio comun a las ideas presentadas en este libro es que estas tendencias
exponenciales deben llegar a un limite , ya que las tendencias exponenciales
comunmente lo hacen. Cuando una especie pasa a un nuevo habitat , como en el
famoso ejemplo de los conejos en Australia , sus numeros crecen de manera
exponencial durante un tiempo. Pero finalmente llega a los limites de la capacidad del
medio ambiente para que lo apoyen. Sin duda, el tratamiento de la informacion debe
tener restricciones similares. Resulta que si, que hay limites a la computacion basada
en las leyes de la fisica. Sin embargo, estos todavia permiten la continuacion de un
crecimiento exponencial hasta que la inteligencia no biologica es de billones de
billones de veces mas poderoso que toda la civilizacion humana en la actualidad , las
computadoras contemporaneas incluidas.
Un factor importante en la consideracion de limites computacionales es el
requerimiento de energia . La energia requerida por MIPS para los dispositivos
informaticos ha estado cayendo de manera exponencial , como se muestra en la
siguiente figure.[46]

Reducción de vatios por MIPS
(representacion logaritmica)

Sin embargo , tambien sabemos que el numero de MIPS en dispositivos informaticos
ha ido creciendo de manera exponencial. La medida en que las mejoras en el uso de
energia han seguido el ritmo de la velocidad del procesador depende de la medida en
la que usamos el procesamiento paralelo . Un mayor numero de ordenadores menos
potentes puede inherentemente menos calor porque el calculo se extiende sobre un
area mayor. Velocidad del procesador esta relacionado con la tension, y la potencia
requerida es proporcional al cuadrado de la tension . Entonces, ejecutar un procesador
a una velocidad mas lenta reduce significativamente el consumo de energia . Si
invertimos en un procesamiento mas paralelo en lugar de los procesadores mas
rapidos individuales, es factible que el consumo de energia y disipacion de calor para
mantener el ritmo de las crecientes MIPS por dolar , como la "reduccion en vatios por
MIPS " figura muestra .
Esta es esencialmente la misma solucion que la evolucion biologica desarrollado en
el diseno del cerebro de los animales . Los cerebros humanos utilizan cerca de cien
trillones de computadoras (las conexiones interneuronales, donde la mayoria de la
procesamiento se lleva a cabo). Pero estos procesadores son muy bajos en potencia
de calculo y por lo tanto funcionan relativamente bien.
Hasta hace poco Intel destaco el desarrollo de los procesadores de un solo chip mas
rapido y mas rapido , que han estado funcionando en la cada vez mas altas
temperaturas. Intel esta cambiando gradualmente su estrategia hacia la paralelizacion
poniendo multiples procesadores en un solo chip. Veremos movimiento tecnologia de
chip en este sentido como una forma de mantener los requisitos de energia y la
disipacion de calor en check.[47]

Informática reversible .

En ultima instancia , la organizacion de la computacion con el procesamiento
paralelo masivo , como se hace en el cerebro humano , por si mismo no es suficiente
para mantener los niveles de energia y la consiguiente disipacion termica a un nivel
razonable . El paradigma actual del equipo se basa en lo que se conoce como la
computacion irreversible , lo que significa que no podemos , en principio, para
ejecutar programas de software de versiones anteriores. En cada paso en la progresion
de un programa , los datos de entrada se descarta - borrado - y los resultados del
calculo pasa a la siguiente etapa . Los programas generalmente no retienen todos los
resultados intermedios , ya que eso usar grandes cantidades de memoria de forma
innecesaria. Esta supresion selectiva de la informacion de entrada es particularmente
cierto para los sistemas de reconocimiento de patrones . Los sistemas de vision , por
ejemplo , ya sea humano o una maquina , reciben muy altas tasas de entrada (de los
ojos o sensores visuales) pero producen resultados relativamente compactos (como la
identificacion de los patrones reconocidos) . Este acto de borrado de datos genera
calor y por lo tanto requiere de energia . Cuando se borra un poco de informacion ,
esa informacion tiene que ir a alguna parte . De acuerdo con las leyes de la
termodinamica , el bit de borrado se libera esencialmente en el medio ambiente
circundante, lo que aumenta su entropia , que puede ser visto como una medida de la
informacion (incluyendo la informacion aparentemente desordenada) en un
entorno . Esto se traduce en una temperatura mas alta para el medio ambiente
(porque la temperatura es una medida de la entropia) .
Si , por el contrario , no borramos cada bit de informacion contenida en la entrada a
cada paso de un algoritmo , sino que solo lo mueve a otra

ubicacion, que poco se
queda en el equipo, no se libera en el medio ambiente , y por lo tanto, no genera calor
y no requiere energia desde fuera del ordenador .
Rolf Landauer en 1961 mostro que las operaciones logicas reversibles tales como NO
(girando un poco en su contrario) se podrian realizar sin poner energia en o tomando
calor fuera , pero que las operaciones logicas irreversibles tales como Y (la
generacion de bit C , que es un 1 si y solo si ambas entradas a y Bare 1) no se
requiere energy.48 En 1973 Charles Bennett demostro que cualquier calculo se puede
realizar utilizando solo reversible logica operations.49 una decada mas tarde , Ed
Fredkin y Tommaso Toffoli presentan un examen completo de la idea de reversible
computing.50 el concepto fundamental es que si sigues todos los resultados
intermedios y luego ejecuta el algoritmo de retroceso cuando haya terminado el
calculo , se termina donde comenzo , han utilizado sin energia y genera calor . En el
camino, sin embargo, que ha calculado el resultado del algoritmo.

¿Cómo Smart es una roca ?

Para apreciar la viabilidad de la computacion sin energia y sin calor , tenga en cuenta
el calculo que se lleva a cabo en una roca ordinaria . Aunque puede parecer que no
hay mucho que esta pasando dentro de una roca , los aproximadamente 10^{25} (diez
billones de billones) atomos en un kilogramo de materia son en realidad muy activa.
A pesar de la aparente solidez del objeto , los atomos estan en movimiento ,
compartiendo electrones de ida y vuelta , el cambio de giros de particulas , y la
generacion de campos electromagneticos que se mueven rapidamente . Toda esta
actividad representa calculo , incluso si no organizado muy significativa .
Ya hemos demostrado que los atomos pueden almacenar informacion a una densidad

de mas de un bit por atomo , tal como en los sistemas informaticos construidos a
partir de dispositivos de resonancia magnetica nuclear . Los investigadores de la
Universidad de Oklahoma almacenados 1.024 bits en las interacciones magneticas de
los protones de una sola molecula que contiene diecinueve hidrogeno atoms.51 Por lo
tanto , el estado de la roca en cualquier momento representa al menos 10^{27} bits de
memoria .
En terminos de calculo , y solo teniendo en cuenta las interacciones electromagneticas , hay por lo menos 10^{15} cambios en el estado por bit por segundo
pasando dentro de una roca de 2,2 libras , lo que representa efectivamente acerca de
10^{42} (un millon de billones de billones de billones de dolares) de calculos por
segundo . Sin embargo, la roca no requiere fuente de energia y no genera calor
apreciable.
Por supuesto , a pesar de toda esta actividad a nivel atomico , la roca no esta
realizando ningun trabajo util , aparte de que tal vez actuen como pisapapeles o
decoracion. La razon de esto es que la estructura de los atomos en la roca es en su
mayor parte con eficacia al azar . Si , por el contrario , se organizan las particulas de
una manera mas decidida , podriamos tener un equipo fresco, la energia que consume
cero con una memoria de alrededor de mil billones de billones de bits y una
capacidad de procesamiento de 1.042 operaciones por segundo , lo que es cerca de
diez billones de veces mas potente que todos los cerebros humanos en la Tierra ,
incluso si utilizamos la estimacion mas conservadora (la mas alta), de 10^{19} cps.[52]
Ed Fredkin demostrado que ni siquiera tienen que molestarse algoritmos se ejecutan
en orden inverso despues de obtener una result.[53] Fredkin presentado varios disenos
de puertas logicas reversibles que realizan las inversiones , ya que

calculan y que son
universales , lo que significa que la computacion de proposito general puede ser
construido a partir de them.[54] Fredkin pasa a mostrar que la eficacia de un ordenador
construido a partir de puertas logicas reversibles puede ser disenado para ser muy
cerca (por lo menos 99 por ciento) a la eficiencia de los construidos a partir de
puertas irreversibles . El escribe : es posible ... poner en practica ... modelos de
ordenador convencionales que tienen la distincion que los componentes basicos son
microscopicamente . reversibles . Esto significa que la operacion macroscopica de la
computadora tambien es reversible . Este hecho nos permite abordar la ... pregunta ...
" lo que se requiere de una computadora para ser maximamente eficiente? " La
respuesta es que si el equipo esta construido a partir de componentes microscopicos
reversibles , entonces puede ser perfectamente eficiente. .Cuanta energia un equipo
perfectamente eficiente tiene que disiparse con el fin de calcular algo ? La respuesta
es que el equipo no tiene que disipar energy.[55]
Logica reversible ya se ha demostrado y demuestra las reducciones previstas de
entrada de energia y calor dissipation.[56] puertas logicas reversibles de Fredkin
responden a un reto clave para la idea de la computacion reversible que requeriria un
estilo diferente de la programacion. Argumenta que podemos , de hecho , la
construccion de la logica normal y la memoria por completo de puertas logicas
reversibles , lo que permitira el uso de metodos de desarrollo de software
convencionales existentes.
Es dificil exagerar la importancia de esta idea . Una observacion clave con respecto a
la singularidad es que los procesos de informacion - computacion - en ultima
instancia conducir todo lo que es importante. Esta base principal

para la tecnologia
del futuro parece, pues, no requieren energia.
La realidad practica es algo mas complicado . Si realmente queremos conocer los
resultados de un calculo , es decir, para recibir la salida de un equipo , el proceso de
la copia de la respuesta y la transmision fuera de la computadora es un proceso
irreversible , que genera calor para cada bit transmitido . Sin embargo , para la
mayoria de las aplicaciones de interes , la cantidad de calculo que va a ejecutar un
algoritmo excede enormemente el calculo requerido para comunicar las respuestas
finales , por lo que este ultimo no cambia apreciablemente la ecuacion de energia .
Sin embargo , debido a los efectos termicos y cuantica esencialmente al azar , las
operaciones logicas tienen una tasa de error inherente . Podemos superar los errores
mediante codigos de deteccion de error -correccion y , aunque cada vez se corrija un
poco , la operacion no es reversible , lo que significa que requiere de energia y genera
calor . En general , las tasas de error son bajos. Pero incluso si se producen errores en
la tasa de, por ejemplo , uno por cada 10_{10} operaciones , solo hemos tenido exito en la
reduccion de los requerimientos de energia en un factor de 10_{10} , no en la eliminacion
de disipacion de energia por completo .
Al considerar los limites de la computacion , la cuestion de la tasa de error se
convierte en una cuestion de diseno significativa . Ciertos metodos de aumento de la
tasa computacional , tales como el aumento de la frecuencia de la oscilacion de los
particulas , tambien aumentan las tasas de error , por lo que este pone limites
naturales en la capacidad para llevar a cabo el calculo usando la materia y energia .
Otra tendencia importante con relevancia aqui sera el movimiento lejos de las
baterias convencionales hacia las pilas de combustible diminutas

(dispositivos de
almacenamiento de energia en productos quimicos , tales como las formas de
hidrogeno , que se combina con el oxigeno disponible) . Las pilas de combustible ya
estan siendo construidas utilizando MEMS (sistemas mecanicos microelectronicos)
technology.[57] A medida que avanzamos hacia la computacion en tres dimensiones ,
con caracteristicas moleculares a nanoescala , los recursos energeticos en forma de
nano - celulas de combustible sera tan ampliamente distribuidos en el medio de la
informatica entre los los procesadores masivamente paralelos . Vamos a discutir las
futuras tecnologias de energia basados en la nanotecnologia en el capitulo 5 .

Los límites de la nanocomputación .

Incluso con las restricciones que hemos discutido , los limites ultimos de los
ordenadores son profundamente alto. A partir del trabajo de la Universidad de
California en Berkeley profesor Hans Bremermann y nanotecnologia teorico Robert
Freitas , profesor del MIT, Seth Lloyd ha estimado que la maxima capacidad de
calculo , de acuerdo con las leyes conocidas de la fisica , de un ordenador pesa un
kilo y ocupando un litro de volumen - sobre el tamano y peso de un pequeno
ordenador portatil , lo que el llama el " portatil definitivo. " [58] la cantidad potencial de
la computacion aumenta con la energia disponible . Podemos entender la relacion
entre la energia y la capacidad de calculo de la siguiente manera . La energia en una
cantidad de materia es la energia asociada con cada atomo (y particula subatomica) .
Por lo tanto los mas atomos , mas energia . Como se discutio anteriormente , cada
atomo potencialmente se puede utilizar para el calculo . Asi que cuanto mas atomos ,
mas calculo . La energia de cada atomo o particula crece con la frecuencia de su

movimiento : el mas movimiento , mas energia . La misma relacion existe para el
potencial de calculo : cuanto mayor es la frecuencia de movimiento , el calculo mas
cada componente (que puede ser un atomo) puede realizar . (Esto lo vemos en los
chips contemporaneos : cuanto mayor sea la frecuencia del chip, mayor es su
velocidad de calculo.)
Asi que hay una relacion directamente proporcional entre la energia de un objeto y su
potencial para realizar el calculo . La energia potencial en un kilogramo de materia es
muy grande, como sabemos por la ecuacion de **Einstein E = mc2**, la velocidad de la
luz al cuadrado es un numero muy grande : aproximadamente 10^{17} meter2/second2 .
El potencial de la materia para calcular tambien se rige por un numero muy pequeno ,
la constante de Planck : 6,6 ° 10^{-34} joules- segundo (un joule es una medida de la
energia) . Esta es la escala mas pequena a la que podemos aplicar la energia para el
calculo . Se obtiene el limite teorico de un objeto para llevar a cabo el calculo
dividiendo el total de energia (la energia media de cada atomo o particula veces el
numero de tales particulas) por la constante de Planck .
Lloyd muestra como la capacidad de calculo potencial de un kilogramo de la materia
es igual a pi veces la energia dividida por la constante de Planck . Puesto que la
energia es un numero tan grande y la constante de Planck es tan pequena , esta
ecuacion genera un numero extremadamente grande : alrededor de 5 ° 10^{50}
operaciones por second.[59]
Si relacionamos esta cifra con la estimacion mas conservadora de la capacidad del
cerebro humano (10^{19} cps y 10^{10} los seres humanos) , que representa el equivalente
a unos cinco mil millones de billones de humanos civilizations.60 Si utilizamos la
cifra de 1.016 cps que creo que sera suficiente para la emulacion

funcional de la
inteligencia humana , la ultima computadora portatil podria funcionar en la capacidad
cerebral equivalente a cinco billon billones de humanos civilizations.61 un ordenador
portatil Tal podria realizar el equivalente de todo el pensamiento humano en los
ultimos diez mil anos (es decir, diez mil millones de cerebros humanos que operan
durante diez mil anos) en una diez milesima de nanosecond.[62]
Una vez mas, algunas advertencias estan en orden. Conversion de la totalidad de la
masa de nuestro portatil de 2.2 libras en energia es esencialmente lo que ocurre en
una explosion termonuclear . Por supuesto , no queremos que el portatil a punto de
estallar , pero para permanecer dentro de la dimension de un litro . Asi que esto
requerira un poco cuidadoso embalaje , por decir lo menos . Mediante el analisis de la
entropia maxima (grados de libertad representados por el estado de todas las
particulas) de tal dispositivo , Lloyd muestra que tal equipo tendria una capacidad de
memoria teorico de 10^{31} bits. Es dificil imaginar tecnologias que ir todo el camino en
el logro de estos limites. Pero podemos imaginar facilmente las tecnologias que
vienen bastante cerca de hacerlo . A medida que el proyecto de la Universidad de
Oklahoma muestra , que ya demostraron la capacidad de almacenar al menos
cincuenta bits de informacion por atomo (aunque solo en un pequeno numero de
atomos , hasta el momento) . Almacenamiento de 10^{27} bits de memoria en los 10^{25}
atomos en un kilogramo de la materia debe por lo tanto ser eventualmente alcanzable.
Pero debido a que muchas de las propiedades de cada atomo se podrian explotar para
almacenar informacion , como la posicion exacta , girar y estado cuantico de todas
sus particulas - es probable que podamos hacer algo mejor que 10^{27} bits. El

neurocientifico Anders Sandberg estima la capacidad de almacenamiento potencial de
un atomo de hidrogeno a aproximadamente cuatro millones de bits . Estas densidades
aun no se han demostrado , sin embargo , por lo que usaremos el mas conservador
estimate.63 Como se menciono anteriormente , 1.042 operaciones por segundo se
podria lograr sin producir calor significativo. Mediante la implementacion de tecnicas
de computacion totalmente reversibles , con disenos que generan bajos niveles de
errores , y teniendo en cuenta una cantidad razonable de disipacion de energia , hay
que terminar en algun lugar entre 10^{42} y 10^{50} calculos por segundo .
El terreno de diseno entre estos dos limites es complejo . El examen de las cuestiones
tecnicas que surgen a medida que avanzamos 10^{42}-10^{50} esta mas alla del alcance de
este capitulo . Debemos tener en cuenta, sin embargo , que la forma en que esto va a
jugar no es comenzar con el limite ultimo de 10^{50} y trabajando hacia atras en base a
distintas consideraciones practicas. Por el contrario, la tecnologia continuara el
incremento, usando siempre su ultima proeza para avanzar al siguiente nivel . Asi que
una vez que lleguemos a una civilizacion con 10^{42} cps (por cada 2,2 libras) , los
cientificos e ingenieros de ese dia usaran su esencia inmensa inteligencia no biologica
de averiguar como conseguir 10^{43}, luego 10^{44}, y asi sucesivamente. Mi expectativa es
que vamos a estar muy cerca de los limites ultimos .
Incluso a 10^{42} cps , un 2,2 libras " ordenador portatil definitivo " seria capaz de
realizar el equivalente a todo el pensamiento humano durante los ultimos diez mil
anos (que se supone a diez mil millones de cerebros humanos durante diez mil anos)
de cada diez microseconds.64 Si examinamos el " crecimiento exponencial de la
computacion " grafico (p. 70) , vemos que esta cantidad de la computacion se preve

que esten disponibles para los mil dolares para el ano 2080 .
Un diseno mas conservador, pero de peso para una computadora paralela masiva es
reversible nanocomputadora diseno patentado de Eric Drexler , que es totalmente
mechanical.65 Los calculos se realizan manipulando barras de escala nanometrica ,
que son efectivamente resorte . Despues de cada calculo , las barras que contienen
valores intermedios vuelven a sus posiciones originales , aplicando de esta forma el
calculo inverso . El dispositivo tiene un billon (10^{12}) procesadores y proporciona una
tasa global de 10^{21} cps , lo suficiente como para simular cien mil cerebros humanos
en un centimetro cubico .

Fijar una fecha para la Singularidad .

Un umbral mas modesta pero profunda se alcanzara mucho antes. A principios de la
decada de 2030 por valor de computo de mil dolares comprara unos 10^{17} cps
(probablemente en torno a 10^{20} cps con ASICs y cosecha computacion distribuida a
traves de Internet) . Hoy gastamos mas de $\$10^{11}$ (100 mil millones dolares) en el
calculo de un ano , que de manera conservadora se elevara a $ 10^{12} ($ 1000 mil
millones) en 2030. Asi que vamos a producir unos 10^{26} a 10^{29} cps de computacion no
biologicos por ano a principios de los anos 2030 . Esto es aproximadamente igual a
nuestra estimacion de la capacidad de toda la inteligencia humana biologico vivo .
Incluso si solo la igualdad en la capacidad de nuestro cerebro , esta parte no biologica
de nuestra inteligencia sera mas poderosa porque se combinara el poder de
reconocimiento de patrones de la inteligencia humana con la memoria y la capacidad
de compartir habilidades y precision de la memoria de las maquinas. La parte no
biologica siempre funcionara a su maxima capacidad , lo que esta lejos de ser el caso
para la humanidad biologica hoy, los 10^{26} cps representados por la

civilizacion
humana biologica hoy es poco utilizado.
Este estado de la computacion en la decada de 2030 no representara a la
singularidad , sin embargo , debido a que aun no se corresponde con una profunda
ampliacion de nuestra inteligencia. A mediados de la decada de 2040 , sin embargo,
que el valor de computo de mil dolares sera igual a 1026 cps , por lo que la
inteligencia creada por ano (con un costo total de alrededor de $ 1012) sera de
alrededor de mil millones de veces mas poderoso que toda la inteligencia humana
today.[66]
Me puse la fecha para que efectivamente va a representar un cambio profundo , y es
por ello la singularidad - que fije la fecha para la Singularidad - que representa una
profunda y representa una transformacion perjudicial en la capacidad humana, como
2045.
A pesar de la profunda y claro predominio de la inteligencia no biologica por el
perturbador trans - mediados de 2040 , la nuestra todavia habra una civilizacion
humana . Vamos a superar la formacion en biologia, pero no nuestra humanidad.
Volvere a este tema en el capitulo 7 .
- Volviendo capacidad humana para los limites de la computacion de acuerdo a la
fisica , como el 2045 . estimaciones anteriores se expresaron en terminos de
computadoras portatiles de tamano debido a la no biologica es un factor de forma
familiar hoy en dia. En la segunda decada de este siglo, la inteligencia sin embargo,la
mayoria de la computacion no se organiza en tales dispositivos rectangulares creadas
en ese ano, pero sera muy distribuida en el medio ambiente. Computing sera de mil
millones en todas partes : en las paredes , en los muebles , en la ropa , y en nuestros
tiempos mas cuerpos y cerebros poderoso que todos los Y , por

supuesto , la
civilizacion humana no se limita a calcular la inteligencia humana con unos pocos
kilos de materia . En el capitulo 6 , examinaremos la actualidad. potencial
computacional de un planeta de tamano y las computadoras en la escala de los
sistemas solares , las galaxias, y de todo el universo conocido . A medida que se ver,
la cantidad de tiempo necesario para que nuestra civilizacion humana para lograr
escalas de computacion e inteligencia que va mas alla de nuestro planeta y en el
universo puede ser mucho mas corta de lo que piensas . Me puse la fecha para la
Singularidad - representando una transformacion profunda y perturbadora en la
capacidad humana , como 2045. La inteligencia no biologica creada en ese ano sera
de mil millones de veces mas poderoso que toda la inteligencia humana en la
actualidad .

La memoria y la eficiencia computacional :

A Rock Versus un cerebro humano. Con los limites de la materia y energia para llevar
a cabo el calculo en mente , dos metricas utiles son la eficiencia de la memoria y la
eficiencia computacional de un objeto . Estos se definen como las fracciones de la
memoria y de calculo que tiene lugar en un objeto que son realmente utiles . Ademas,
debemos tener en cuenta el principio de equivalencia : incluso si el calculo es util , si
un metodo mas simple produce resultados equivalentes , entonces debemos evaluar el
computo contra el algoritmo mas simple. En otras palabras , si dos metodos se
consigue el mismo resultado , pero utiliza un calculo mas que la otra , se considera el
metodo mas computacionalmente intensivas para usar solo la cantidad de calculo de
la menos intensivo method.[67]

El proposito de estas comparaciones es evaluar hasta que punto la evolucion

biologica ha sido capaz de pasar de sistemas esencialmente sin inteligencia (es decir,
una roca ordinaria , que no realiza ningun calculo util) a la capacidad ultima de la
materia para llevar a cabo el calculo con proposito. La evolucion biologica nos llevo
parte del camino , y la evolucion tecnologica (que, como he senalado anteriormente ,
representa una continuacion de la evolucion biologica) nos llevara muy cerca de esos
limites.
Recordemos que una roca de 2,2 libras tiene del orden de 10^{27} bits de informacion
codificada en el estado de su atomos y aproximadamente 10^{42} cps representados por
la actividad de sus particulas . Ya que estamos hablando de una piedra comun ,
suponiendo que su superficie podria almacenar alrededor de un millar de trozos es un
tal vez arbitraria pero generoso estimate.68 Esto representa 10 a 24 de su capacidad
teorica , o eficiencia de la memoria de 10^{-24} 69
Tambien podemos utilizar una piedra para hacer el calculo. Por ejemplo, al dejar caer
la piedra desde una altura particular, podemos calcular la cantidad de tiempo que
tarda en caer un objeto desde esa altura . Por supuesto , esto representa muy poco
calculo : 1 cps tal vez , es decir, su eficiencia computacional es 10^{-42} 70.
En comparacion, .que podemos decir acerca de la eficiencia del cerebro humano? Al
principio de este capitulo vimos como cada uno de los aproximadamente 10^{14}
conexiones interneuronales puede almacenar aproximadamente 10^{4} bits en las
concentraciones de neurotransmisores de la conexion y no linealidades sinapticas y
dendriticas (formas especificas), para un total de 10^{18} bits. El cerebro humano pesa
alrededor de la misma como nuestra piedra (en realidad mas cerca de 3 libras de 2,2 ,
pero ya que estamos tratando con ordenes de magnitud , las medidas son lo

suficientemente cerca) . Corre mas caliente que una piedra fria , pero aun puede
utilizar la misma estimacion de alrededor de 10^{27} bits de capacidad de memoria
teorica (estimacion que podemos almacenar un bit en cada atomo) . Esto resulta en
una eficiencia de la memoria de 10^{-9} . Sin embargo , por el principio de equivalencia,
no hay que utilizar metodos de codificacion eficientes del cerebro en evaluar su
eficiencia memoria. Usando nuestra estimacion memoria funcional anterior de 10^{13}
bits se obtiene una eficiencia de la memoria de 10^{-14} . Eso es a mitad de camino entre
la piedra y el portatil frio final en una escala logaritmica. Sin embargo , a pesar de
que la tecnologia avanza exponencialmente , nuestras experiencias son en un mundo
lineal , y en una escala lineal del cerebro humano es mucho mas cercana a la piedra
que al equipo frio final.
Entonces, .cual es la eficiencia computacional del cerebro ? Una vez mas , debemos
tener en cuenta el principio de equivalencia y utilizar la estimacion de 10^{16} cps
necesarios para emular la funcionalidad del cerebro , en lugar de la estimacion mas
alta (10^{19} cps) necesaria para emular todas las no linealidades en todas las neuronas .
Con la capacidad teorica de los atomos del cerebro se estiman en 1.042 cps, esto nos
da una eficiencia computacional de 10^{-26} . Una vez mas , eso es mas cercano a un
rock que a la computadora portatil , incluso en una escala logaritmica.
Nuestros cerebros han evolucionado de forma significativa en su memoria y la
eficiencia computacional de objetos pre - biologia , tales como piedras. Pero tenemos
claro muchos ordenes de magnitud de la mejora de aprovechar durante la primera
mitad de este siglo .

Más allá de la última: Pico y Femtotechnology y doblar la velocidad de la luz.

Los limites de alrededor de 10^{42} cps para un solo kilogramo , ordenador fria de un
litro y unos 10^{50} de a (muy) caliente uno se basa en la informatica con los atomos.
Pero los limites no son siempre lo que parecen. Nueva comprension cientifica tiene
una manera de empujar los limites aparentes a un lado. Como uno de los muchos
ejemplos de este tipo , a principios de la historia de la aviacion , un analisis de
consenso de los limites de la propulsion a chorro aparentemente demostro que
aviones estaban infeasible.[71]
Los limites que discuti arriba representan los limites de la nanotecnologia sobre la
base de nuestra comprension actual. Pero .que pasa con picotecnologia , medida en
billonesima (10^{-12}) de un metro, y femtotechnology , escalas de 10^{-15} de un metro?
En estas escalas , requeririamos computing con particulas subatomicas. Con tales
menor tamano proviene el potencial para una mayor velocidad y la densidad .
Tenemos por lo menos varias tecnologias muy de adopcion temprana picoscale .
Cientificos alemanes han creado un microscopio de fuerza atomica (AFM) que
pueden resolver las caracteristicas de un atomo que solo picometros setenta y siete
across[72] Incluso una tecnologia de alta resolucion ha sido creado por cientificos de la
Universidad de California en Santa Barbara, que han desarrollado un detector de
medicion extremadamente sensible con un haz fisica hecha de cristal de arseniuro de
galio y un sistema de deteccion que puede medir una flexion de la viga de tan poco
como un picometro . El dispositivo esta disenado para proporcionar una prueba de la
incertidumbre de Heisenberg principle.[73]
En la dimension temporal cientificos de la Universidad de Cornell han demostrado
una tecnologia de imagen basada en la dispersion de rayos X que puede grabar

peliculas con el movimiento de un solo electron . Cada cuadro representa solo cuatro
attosegundos (10^{-18} segundos , cada uno de una mil millonesima de una mil
millonesima de second.[74] El dispositivo puede lograr la resolucion espacial de un
angstrom (10 a 10 metros , que se encuentra a 100 picometros) .
Sin embargo , nuestra comprension de la materia a estas escalas , particularmente en
el intervalo femtometer, no esta lo suficientemente desarrollado para proponer
paradigmas de computacion. Un Engines of Creation (1986 libro de Eric Drexler que
sento las bases para la nanotecnologia) de pico- o femtotechnology aun no ha sido
escrita. Sin embargo , cada una de las teorias que compiten por el comportamiento de
la materia y la energia a estas escalas se basa en modelos matematicos que se basan
en transformaciones computables . Muchas de las transformaciones en la fisica hacen
servir de base para el calculo universal (es decir , las transformaciones de las que
podemos construir ordenadores de uso general) , y puede ser que el comportamiento
en el rango pico- y femtometer va a hacer lo mismo.
Por supuesto , aunque los mecanismos basicos de la materia en estos rangos
proporcionan para computacion universal en teoria, todavia tendriamos que disenar la
ingenieria necesaria para crear un numero masivo de elementos de computacion y
aprender a controlarlos. Estos son similares a los desafios en la que ahora estamos
haciendo un progreso rapido en el campo de la nanotecnologia. En este momento,
tenemos que considerar la posibilidad de pico- y femtocomputing como especulativo.
Pero nanocomputacion proporcionara enormes niveles de inteligencia, lo que si es del
todo posible hacerlo , nuestra inteligencia futuro sera probable que entiendan los
procesos necesarios . El experimento mental que deberiamos hacer no es si los seres

humanos como los conocemos hoy en dia seran capaces de tecnologias pico- y
femtocomputing ingenieria , pero si la gran inteligencia del futuro de inteligencia
basado en la nanotecnologia (que sera de billones de billones de veces mas capaces
que la inteligencia humana biologica contemporanea) sera capaz de hacer estos
disenos. Aunque creo que es muy probable que el futuro de inteligencia basado en la
nanotecnologia sera capaz de disenar computacion a escala mas fina que la
nanotecnologia , las proyecciones de este libro sobre la Singularidad no dependen de
esta especulacion .
Ademas de hacer la computacion mas pequeno, podemos hacer que es mas grande -
que , podemos replicar estos dispositivos muy pequenos en una escala masiva . Con
la nanotecnologia a gran escala, los recursos informaticos se pueden hacer autoreplicantes
y por lo tanto se pueden convertir rapidamente la masa y la energia en una
forma inteligente. Sin embargo, nos tropezamos con la velocidad de la luz, porque la
materia del universo se extiende a lo largo de grandes distancias .
Como veremos mas adelante , hay por lo menos las sugerencias de que la velocidad
de la luz no puede ser inmutable. Los fisicos Steve Lamoreaux y Justin Torgerson del
Laboratorio Nacional de Los Alamos han analizado los datos de un antiguo reactor
nuclear natural que hace dos mil millones anos produce una reaccion de fision que
dura varios cientos de miles de anos en lo que hoy es Africa.75 West Examinar
isotopos radiactivos dejados por el reactor y comparandolos con isotopos de
reacciones nucleares similares en la actualidad , se determino que la constante alfa
fisica (tambien llamado la constante de estructura fina) , que determina la intensidad
de la fuerza electromagnetica , al parecer, ha cambiado mas de dos millones de anos.

Esto es de gran importancia para el mundo de la fisica , ya que la velocidad de la luz
es inversamente proporcional a la alfa , y ambos han sido considerados constantes
inmutables . Alfa parece haber disminuido en 4,5 partes de 108 . De confirmarse, esto
implicaria que la velocidad de la luz se ha incrementado.
Por supuesto, tendra que ser verificado cuidadosamente estos resultados preliminares.
Si es verdad, que pueden tener una gran importancia para el futuro de nuestra
civilizacion. Si la velocidad de la luz se ha incrementado , lo ha hecho asi que
presumiblemente no solo como resultado del paso del tiempo, pero debido a ciertas
condiciones han cambiado . Si la velocidad de la luz ha cambiado debido a las
circunstancias cambiantes , que las grietas abrir la puerta lo suficiente para que los
amplios poderes de la inteligencia y la tecnologia para hacer pivotar la puerta
ampliamente abierta futuro. Este es el tipo de conocimiento cientifico que los
tecnicos pueden explotar . Ingenieria humana toma a menudo una forma natural, con
frecuencia sutil , el efecto y lo controla con miras a aprovechar en gran medida y
magnificando ella.
Incluso si nos resulta dificil aumentar significativamente la velocidad de la luz sobre
las largas distancias del espacio , si lo hace dentro de los pequenos limites de un
dispositivo informatico tambien tendria consecuencias importantes para ampliar el
potencial de la computacion. La velocidad de la luz es uno de los limites que
restringen dispositivos informaticos incluso hoy en dia , por lo que la capacidad para
impulsar seria ampliar aun mas los limites de la computacion . Vamos a explorar
otros enfoques interesantes a la posibilidad de aumentar o eludir , la velocidad de la
luz en el capitulo 6 . Ampliacion de la velocidad de la luz es , por supuesto ,

especulativa hoy en dia , y ninguno de los analisis que subyacen a nuestra expectativa
de la Singularidad dependen de esta posibilidad .

Yendo atrás en el tiempo .

Otro fascinante y altamente especulativo posibilidad es enviar un proceso
computacional en el tiempo a traves de un " agujero de gusano " en el espaciotiempo.
El fisico teorico Todd Brun , del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton ha analizado la posibilidad de la computacion en el uso de lo que el llama
una "curva de tipo tiempo cerradas" (CTC) . Segun Brun, CTC podria " enviar
informacion (por ejemplo, el resultado de los calculos) en sus propios conos de luz
pasados. " [76]
Brun no proporciona un diseno para un dispositivo de este , pero establece que tal
sistema es consistente con las leyes de la fisica . Su equipo tambien viaja en el tiempo
no crea la " paradoja del abuelo ", citado a menudo en los debates sobre viajes en el
tiempo. Este dicho bien conocido senala la paradoja de que si la persona A se remonta
en el tiempo, que podia matar a su abuelo , causando una no existe , lo que su abuelo
no ser asesinado por el, por lo que A existiria y por lo tanto podria volver y matar a su
abuelo, y asi sucesivamente, ad infinitum .
Expansion de tiempo de Brun proceso computacional no aparece para introducir este
problema , ya que no afecta el pasado . Produce una respuesta determinada e
inequivoca en el presente a una pregunta formulada . La pregunta debe tener una
respuesta mia, y la respuesta no se presento hasta despues de que se hace la pregunta ,
aunque el proceso para determinar la respuesta puede tener lugar antes de que la
pregunta se hace uso de la CTC. Por el contrario , el proceso podria tener lugar
despues de que se hizo la pregunta y luego usar un CTC para que la respuesta de
nuevo en el presente (pero no antes de que se hizo la pregunta , ya

que introduciria la
paradoja del abuelo). Puede muy bien ser las barreras fundamentales (o limitaciones)
a un proceso de tal manera que aun no entendemos , pero las barreras aun no han sido
identificados. Si es posible , seria ampliar en gran medida el potencial de la
computacion local. Una vez mas , todos mis estimaciones de las capacidades
computacionales y de las capacidades de la Singularidad no se basan en conjeturas
tentativas de Brun .
ERIC DREXLER : No lo se, Ray. Soy pesimista sobre las perspectivas de
picotecnologia. Con las particulas estables que conocemos, no veo como puede haber
estructura picoscale sin las enormes presiones que se encuentran en una estrella, una
enana blanca colapsa o una estrella de neutrones , y entonces usted conseguiria un
bloque solido de cosas como un metal , pero un millon de veces mas densa. Esto no
parece muy util, incluso si fuera posible hacerlo en nuestro sistema solar. Si la fisica
incluye una particula estable como un electron , pero cien veces mas masiva , seria
una historia diferente , pero no sabemos de uno.
RAY : Nosotros manipulamos particulas subatomicas hoy con aceleradores que se
encuentran significativamente por debajo de las condiciones de una estrella de
neutrones . Por otra parte , manipulamos particulas subatomicas como los electrones
en la actualidad con los dispositivos de sobremesa . Los cientificos capturaron
recientemente y dejaron un muerto fotones en sus pistas.
ERIC : Si, pero .que tipo de manipulacion? Si contamos la manipulacion de
pequenas particulas , y luego toda la tecnologia ya esta picotecnologia, porque toda la
materia esta hecha de particulas subatomicas. Smashing particulas entre si en los
aceleradores produce escombros, no las maquinas o circuitos.
RAY : No he dicho que hemos resuelto los problemas conceptuales

de picotecnologia
Tengo un dibujo a lapiz para hacer eso en 2072 .
ERIC : Oh , bueno, entonces veo que vas ha vivir mucho tiempo.
RAY : Si , bueno, si te quedas en el borde de ataque agudo de conocimientos y
tecnologias de la salud y medicos, ya que estoy tratando de hacer , veo que esta en
bastante buen estado por ahi.
MOLLY 2104: Si , un buen numero de baby boomers que hicieron a traves de. Pero la
mayoria eran sin pensar en las oportunidades en 2004 para extender la mortalidad
humana el tiempo suficiente para tomar ventaja de la revolucion de la biotecnologia ,
que lucio una decada mas tarde , seguido de la nanotecnologia de una decada despues
de eso.
MOLLY 2004 : Por lo tanto , Molly 2104 , debe ser bastante algo , considerando que
mil dolares de la computacion en 2080 puede realizar el equivalente a diez mil
millones de cerebros humanos pensantes durante diez mil anos en cuestion de diez
microsegundos. Eso probablemente se habra progresado mas alla al 2104 , y supongo
que usted tiene acceso a un valor de computo a mas de mil dolares.
MOLLY 2104 : De hecho , millones de dolares en promedio - miles de millones
cuando lo necesito .
MOLLY 2004 : Eso es muy dificil de imaginar.
MOLLY 2104: Si, bueno , supongo que soy una especie de inteligente cuando tengo
que estar .
MOLLY 2004 : No parece tan brillante , en realidad.
MOLLY 2104 : Estoy tratando de relacionar en su nivel.
MOLLY 2004 : Ahora , espera un segundo , Miss Molly del futuro ....
GEORGE 2048: Senoras, por favor , usted es a la vez muy atractivo.
MOLLY 2004 : Si , bueno, se lo digan a mi homologo aqui, ella siente que es un
momento jillion mas capaz de lo que am.
GEORGE 2048: Ella es su futuro , ya sabes. De todos modos , siempre he sentido que
habia algo especial sobre una mujer biologica.
MOLLY 2104: Si, .que sabe usted de las mujeres biologicas de todos

modos?
GEORGE 2048: He leido mucho sobre ella y participaron en algunas simulaciones
muy precisas .
MOLLY 2004 : Se me ocurre que tal vez los dos estan perdiendo algo que no eres
consciente
GEORGE 2048: No veo como eso es posible.
MOLLY 2104: Definitivamente no .
MOLLY 2004 : No pense que lo haria . Pero hay una cosa que tengo entendido que
usted puede hacer que yo lo encuentro genial.
MOLLY 2104: .Solo uno? MOLLY 2004 : Uno que yo estoy pensando, de todos
modos. Puede combinar su pensamiento con otra persona y aun asi mantener su
identidad propia a la vez .
MOLLY 2104: Si la situacion - y la persona - que es correcto , entonces, si, es algo
muy sublime que hacer .
MOLLY 2004 : Al igual que el enamoramiento ?
MOLLY 2104 : Al igual que estar enamorado. Es la mejor manera de compartir .
GEORGE 2048: Creo que ir a por ello , Molly 2004 .
MOLLY 2104: Usted deberia saber , George, ya que fue la primera persona que lo
hice con .

CAPÍTULO CUATRO

La consecución del Software de Inteligencia Humana : Cómo realizar ingeniería inversa del cerebro humano

Hay buenas razones para creer que estamos en un punto de inflexion , y que sera
posible en las proximas dos decadas para formular una comprension significativa de
la funcion cerebral. Esta vision optimista se basa en varias tendencias medibles, y una
simple observacion que se ha demostrado en repetidas ocasiones en la historia de la
ciencia : Los avances cientificos han sido habilitadas por el avance de la tecnologia
que nos permite ver lo que no hemos podido ver antes. Alrededor de la vuelta del
siglo XXI, pasamos por un punto de inflexion detectable tanto en el

conocimiento
neurociencia y potencia de calculo. Por primera vez en la historia, que colectivamente
sabemos lo suficiente acerca de nuestro propio cerebro , y hemos desarrollado esta
tecnologia informatica avanzada , que ahora podemos asumir con seriedad la
construccion de un modelo verificable , en tiempo real y de alta resolucion de una
parte significativa de nuestra inteligencia . - LLOYD WATTS, NEUROSCIENTIS 1
Ahora, por primera vez , estamos observando el cerebro en el trabajo de una manera
global con tal claridad que debemos ser capaces de descubrir los programas generales
detras de sus magnificos poderes. -J . G. TAYLOR , B. Horwitz, KJ FRISTON ,
NEUROSCIENTISTS2
El cerebro es bueno : es una prueba de la existencia que una determinada disposicion
de la materia puede producir la mente , realice razonamiento inteligente,
reconocimiento de patrones, aprendizaje y un monton de otras tareas importantes de
interes de la ingenieria. Por lo tanto podemos aprender a construir nuevos sistemas de
ideas prestadas del cerebro .... El cerebro es malo : es un evolucionado sistema
desordenado donde una gran cantidad de interacciones ocurren debido a
contingencias evolutivas. ... Por otro lado, tambien debe ser solida (ya que podemos
sobrevivir con el) y ser capaz de soportar bastante grandes variaciones y los insultos
ambientales, por lo que el verdaderamente valiosa desde el cerebro podria ser la
forma de crear complejos sistemas flexibles que se auto- organizan asi .... las
interacciones dentro de una neurona son complejas, pero en las neuronas del siguiente
nivel parecen ser objetos un tanto simples que se pueden juntar con flexibilidad a las
redes . Las redes corticales son un verdadero desastre a nivel local , pero de nuevo en

el siguiente nivel de la conectividad no es tan complejo . Seria probable que la
evolucion ha producido una serie de modulos o temas repetidos que estan siendo
reutilizados , y cuando ellos y sus interacciones entendemos que puede hacer algo
similar.
-Anders Sandberg, neurocientifico computacional, Real Instituto de Tecnologia de Suecia

La ingeniería inversa del cerebro :

una vision general del Grupo de que la combinacion de la inteligencia de nivel
humano con la superioridad inherente de una computadora en la velocidad , la
precision y la capacidad de intercambio de la memoria sera formidable. Hasta la
fecha , sin embargo , la mayoria de la investigacion y el desarrollo AI ha utilizado
metodos de ingenieria que no se basan necesariamente en la forma en que el ser
humano las funciones del cerebro , por la sencilla razon de que no hemos tenido las
herramientas precisas necesarias para desarrollar modelos detallados de la cognicion
humana .
Nuestra capacidad de realizar ingenieria inversa del cerebro para ver el interior ,
modelarlo, y simular sus regiones esta creciendo de manera exponencial. En ultima
instancia, vamos a entender los principios de funcionamiento se basa la gama
completa de nuestro propio pensamiento, el conocimiento que nos proporcionan los
procedimientos de gran alcance para el desarrollo del software de las maquinas
inteligentes . Vamos a modificar , mejorar y extender estas tecnicas como las
aplicamos a las tecnologias computacionales que son mucho mas poderosos que el
proceso electroquimico que tiene lugar en las neuronas biologicas. Un beneficio clave
de este gran proyecto seran las ideas precisas que ofrece dentro de nosotros mismos .
Tambien vamos a tener nuevas y poderosas formas de tratar

problemas neurologicos
como el Alzheimer , derrame cerebral , enfermedad de Parkinson , y las
discapacidades sensoriales , y en ultima instancia sera capaz de ampliar enormemente
nuestra inteligencia.

Nuevo de imágenes cerebrales y herramientas de modelado .

El primer paso en la ingenieria inversa del cerebro es de mirar en el cerebro para
determinar como funciona. Hasta ahora , nuestras herramientas para hacer esto han
sido crudo, pero que ahora esta cambiando , ya que un numero significativo de
nuevas tecnologias de escaneo Funcion mejorada en gran medida la resolucion
espacial y temporal, precio- rendimiento y ancho de banda . Al mismo tiempo
estamos acumulando con rapidez datos sobre las caracteristicas precisas y dinamicas
de las partes constitutivas y sistemas del cerebro , que van desde las sinapsis
individuales hasta grandes regiones como el cerebelo, que comprende mas de la
mitad de las neuronas del cerebro . Bases de datos extensas estan catalogando
metodicamente nuestra exponencialmente creciente conocimiento de la cerebro.[3]
Los investigadores tambien han demostrado que pueden entender rapidamente y
aplicar esta informacion mediante la construccion de modelos y simulaciones de
trabajo . Estas simulaciones de las regiones del cerebro se basan en los principios
matematicos de la teoria de la complejidad y la informatica caotico y ya estan
proporcionando resultados que se aproximen a los experimentos realizados en el ser
humano actual y cerebros animales .
Como se indico en el capitulo 2 , el poder de la exploracion y herramientas
computacionales necesarios para la tarea de la ingenieria inversa del cerebro se
acelera , similar a la aceleracion en la tecnologia que hizo que el

proyecto del genoma
factible . Cuando llegamos a la era nanobot (ver " Digitalizacion con nanobots " en la
p . 163) , seremos capaces de escanear desde el interior del cerebro con exquisita alta
resolution.4 espacial y temporal No hay barreras inherentes a nuestro ser capaz de
revertir disenar los principios de funcionamiento de la inteligencia humana y replicar
estas capacidades en los mas poderosos soportes informaticos que estaran disponibles
en las proximas decadas. El cerebro humano es una compleja jerarquia de los
sistemas complejos, pero no representa un nivel de complejidad mas alla de lo que ya
somos capaces de manejar.

El software del cerebro .

El precio y rendimiento de computacion y comunicacion se duplica cada ano . Como
vimos anteriormente , la capacidad de calculo necesaria para emular la inteligencia
humana estara disponible en menos de dos decades.5 Un supuesto subyacente
principal de la expectativa de la singularidad es que los medios no biologicos podran
emular la riqueza , la sutileza y profundidad de los derechos humanos pensando. Pero
el logro de la capacidad computacional de hardware de un unico cerebro humano, o
incluso de la inteligencia colectiva de los pueblos y las naciones -no producira
automaticamente los niveles humanos de la capacidad. (Por " nivel humano " que
incluyen todas las formas diversas y sutiles seres humanos son inteligentes,
incluyendo aptitud musical y artistica , la creatividad , el movimiento fisico a traves
del mundo, y comprender y reaccionar adecuadamente a las emociones.) La
capacidad computacional de hardware es necesaria pero no suficiente .

Comprender la organizacion y el contenido de estos recursos - el software de la
inteligencia - es aun mas critico y es el objetivo de la empresa de

ingenieria inversa
del cerebro .
Una vez que un equipo alcanza un nivel humano de inteligencia , necesariamente
elevarse pasado . Una ventaja clave de la inteligencia no biologica es que las
maquinas pueden compartir facilmente sus conocimientos . Si usted aprende frances
o leer Guerra y paz , no se puede descargar con facilidad que el aprendizaje para mi,
ya que tengo que adquirir esa beca de la misma meticulosa manera que lo hiciste. No
puedo (aun) acceder o transmitir rapidamente el conocimiento , que se inserta en un
gran patron de las concentraciones de neurotransmisores (los niveles de sustancias
quimicas en las sinapsis que permiten una neurona a otra influencia) y las conexiones
interneuronales (partes de las neuronas llamadas axones y dendritas que conectan las
neuronas).
Pero consideremos el caso de la inteligencia de una maquina. En una de mis empresas
pasamos anos ensenando un equipo de investigacion a reconocer el habla humana
continua , usando reconocimiento de patrones software.[6]
Estamos expuestos a miles de horas de voz grabada , corrigio sus errores , y con
paciencia mejorado su rendimiento mediante la formacion de sus algoritmos de autoorganizacion
" caoticos" (metodos que modifican sus propias reglas, basadas en procesos que utilizan semialeatorias informacion inicial , y con resultados que no son
totalmente predecibles) . Por ultimo , el equipo hizo muy habil para reconocer el
habla . Ahora, si usted quiere que su propio ordenador personal para reconocer el
habla , usted no tiene que poner a traves del mismo proceso de aprendizaje laborioso
(como hacemos con cada nino humano), solo tiene que descargar los patrones ya
establecidos en segundos .

Modelado analítico Versus Neuromorphic del cerebro .

Un buen ejemplo de la divergencia entre la inteligencia humana y AI

contemporanea
es como cada uno se encarga de la solucion de un problema de ajedrez. Los seres
humanos hacen por el reconocimiento de patrones, mientras que las maquinas
acumulan enormes "arboles" logicas de posibles ataques y contraataques . La mayoria
de la tecnologia (de todo tipo) hasta la fecha ha utilizado este ultimo tipo de "arriba
hacia abajo", analitico, enfoque de ingenieria. Nuestras maquinas de vuelo, por
ejemplo, no tratan de recrear la fisiologia y la mecanica de las aves. Pero a medida
que nuestras herramientas de ingenieria inversa los caminos de la naturaleza estan
creciendo rapidamente en la sofisticacion , la tecnologia se esta moviendo hacia
emular la naturaleza mientras que la aplicacion de estas tecnicas en sustratos mucho
mas capaces.
El escenario mas convincente para dominar el software de la inteligencia consiste en
intervenir directamente en el plano de los mejores ejemplos que podemos tener en
nuestras manos de un proceso inteligente : el cerebro humano. A pesar de que tuvo su
" disenador " original (evolucion) de varios millones de anos para desarrollar el
cerebro, que es facilmente disponible para nosotros, protegido por un craneo, pero
con las herramientas adecuadas no ocultas a nuestra vista. Su contenido aun no tienen
derechos de autor o patentados. (Podemos, sin embargo , es de esperar que eso
cambie. Solicitudes de patentes ya se han presentado sobre la base de la ingenieria
inversa del cerebro) 7 Vamos a aplicar los miles de millones de millones de bytes de
informacion derivados de los escaneres cerebrales y modelos neuronales en muchos
niveles para disenar mas inteligente algoritmos paralelos para nuestras maquinas , en
particular las basadas en paradigmas de auto-organizacion .
Con este metodo de auto-organizacion , que no tenemos que tratar

de replicar cada
conexion neuronal unica . Hay una gran cantidad de repeticion y la redundancia
dentro de cualquier region particular del cerebro . Estamos descubriendo que los
modelos de mayor nivel de las regiones del cerebro a menudo son mas simples que
los modelos detallados de sus componentes neuronales.

¿Tan complejo es el cerebro ?

Aunque la informacion contenida en un cerebro humano requeriria del orden de mil
millones de millones de bits (vease el capitulo 3) , el diseno inicial del cerebro se
basa en el genoma humano bastante compacta . El genoma consta de ochocientos
millones de bytes , pero la mayor parte es redundante , dejando solo un treinta hasta
cien millones bytes (menos de 109 bits) de informacion unica (despues de la
compresion) , que es mas pequeno que el programa para Microsoft Word . 8 para ser
justos , tambien hay que tener en cuenta los datos " epigeneticos " , que es la
informacion almacenada en las proteinas que controlan la expresion genetica (es
decir, que determinan que genes estan autorizados para crear proteinas en cada
celula) , asi como la totalidad de las proteinas maquinaria de la replicacion , tales
como los ribosomas y una gran cantidad de enzimas . Sin embargo , esa informacion
adicional no cambiar significativamente el orden de magnitud de este calculation.9
Un poco mas de la mitad de la informacion genetica y epigenetica caracteriza el
estado inicial del cerebro humano .
Por supuesto , la complejidad de nuestro cerebro aumenta en gran medida al
interactuar con el mundo (por un factor de alrededor de mil millones en el genoma)
0,10 Pero los patrones altamente repetitivas se encuentran en cada region especifica
del cerebro , por lo que no es necesario para capturar cada uno detalle particular para

invertir con exito disenar los algoritmos relevantes , que se combinan los metodos
digitales y analogicas (por ejemplo , el disparo de una neurona puede considerarse
como un evento digitales mientras que los niveles de neurotransmisores en la sinapsis
pueden considerarse valores analogicos) . El patron de cableado basica del cerebelo ,
por ejemplo , se describe en el genoma de solo una vez, pero repite miles de millones
de veces . Con la informacion de exploracion del cerebro y estudios de modelos ,
podemos disenar software equivalente simulada " neuromorfica " (es decir , los
algoritmos de las mismas funciones que el rendimiento global de una region del
cerebro) .
El ritmo de construccion de modelos de trabajo y las simulaciones es solo un poco
detras de la disponibilidad de escaneo cerebral y la informacion neuronal estructura.
Hay mas de cincuenta mil neurocientificos de todo el mundo , escribiendo articulos
desde hace mas de trescientos journals.11 El campo es amplio y diverso , con los
cientificos e ingenieros que crean nuevo escaneo y deteccion de tecnologias y el
desarrollo de modelos y teorias en muchos niveles. Asi que incluso las personas en el
campo a menudo no son completamente conscientes de las dimensiones de la
investigacion contemporanea .

Modelar el cerebro.

En neurociencia contemporanea , los modelos y las simulaciones se desarrollaron a
partir de diversas fuentes , incluidos los escaneres cerebrales , los modelos de
conexion interneuronales , modelos neuronales, y las pruebas psicofisicas. Como se
menciono anteriormente , investigador auditivo- sistema de Lloyd Watts ha
desarrollado un modelo integral de una parte importante del sistema auditivo humano
de procesamiento de los estudios de neurobiologia de tipos

neuronales especificos e
informacion interneuronal - conexion. El modelo de Watts incluye cinco caminos
paralelos y las representaciones reales de informacion auditiva en cada etapa del
procesamiento neural. Watts ha implementado su modelo en un ordenador como el
software en tiempo real que puede localizar e identificar los sonidos y funciones , de
forma similar a la forma en que funciona la audicion humana . A pesar de un trabajo
en progreso , el modelo ilustra la viabilidad de convertir modelos neurobiologicos y
los datos de conexion cerebro - en simulaciones de trabajo.
Como Hans Moravec y otros han especulado , estas simulaciones funcionales
eficientes requieren alrededor de mil veces menos calculo del que seria necesario si
se simula las no linealidades en cada dendrita , sinapsis , y otra estructura subneural
en la region que se esta simulando . (Como he dicho en el capitulo 3 , se puede
estimar el calculo requerido para la simulacion funcional del cerebro en 10^{16} calculos
por segundo [PC] , frente a 10^{19} cps para simular las no linealidades subneural .) [12]
La relacion entre la velocidad real electronica contemporanea y la senalizacion
electroquimica en conexiones interneuronales biologicos es por lo menos un millon.
Encontramos esta misma ineficiencia en todos los aspectos de nuestra biologia ,
porque la evolucion biologica construido todos sus mecanismos y sistemas con un
gravemente limitado conjunto de materiales : es decir , las celulas , las cuales son a su
vez hace de una serie limitada de proteinas . Aunque las proteinas biologicas son
tridimensionales , estan restringidos a las moleculas complejas que se pueden plegar a
partir de una secuencia lineal (unidimensional) de aminoacidos .

Pelando la cebolla .

El cerebro no es un organo unico de procesamiento de informacion , sino mas bien

una coleccion compleja y entrelazada de cientos de regiones especializadas . El
proceso de " pelar la cebolla " para entender las funciones de estas regiones
intercaladas va por buen camino . En las descripciones de las neuronas y los datos
exigidos cerebro de interconexion esten disponibles, replicas detalladas y aplicables ,
como la simulacion de las regiones auditivas se describen a continuacion (ver " Otro
ejemplo: Modelo de las regiones auditivas de Watts " en la p.183) se desarrollara en
todas las regiones del cerebro .
La mayoria de los algoritmos de modelado de cerebro no son los metodos
secuenciales , logicos que se utilizan comunmente en la computacion digital de hoy .
El cerebro tiende a utilizar la auto -organizacion , procesos holograficos , caoticos (es
decir, informacion que no esta situado en un lugar pero distribuidas a lo largo de una
region) . Tambien es masivamente paralelo y utiliza tecnicas analogicas digitales
controlados por hibridos. Sin embargo, un gran numero de proyectos ha demostrado
nuestra capacidad para entender estas tecnicas y para extraerlos de nuestra rapida
escalada del conocimiento del cerebro y su organizacion.
Despues de que los algoritmos de una region en particular se entienden , pueden ser
desarrolladas y mejoradas antes de ser implementado en equivalentes neurales
sinteticos. Ellos se pueden ejecutar en un sustrato computacional ya que es mucho
mas rapido que los circuitos neuronales . (Ordenadores actuales realizan calculos en
mil millonesimas de segundo , comparado con milesimas de segundo para las
transacciones interneuronales .) Y tambien pueden hacer uso de los metodos para la
construccion de maquinas inteligentes que ya nos entendemos.

¿El cerebro humano A diferencia de una computadora?

La respuesta a esta pregunta depende de lo que entendemos por la palabra " equipo ".

La mayoria de las computadoras de hoy son digitales y realizar una (o tal vez unos
pocos) los calculos a la vez a una velocidad extremadamente alta. Por el contrario, el
cerebro humano combina metodos digitales y analogicas , pero realiza la mayoria de
los calculos en el dominio analogico (continuo) , el uso de los neurotransmisores y
los mecanismos relacionados . A pesar de estas neuronas ejecutar calculos a
velocidades extremadamente lentas (tipicamente doscientos transacciones por
segundo) , el cerebro en su conjunto es masivamente paralelo : la mayor parte de su
trabajo neuronas , al mismo tiempo , lo que resulta en un maximo de cien trillones de
calculos se llevan a cabo simultaneamente .
El paralelismo masivo del cerebro humano es la clave para su capacidad de
reconocimiento de patrones , que es uno de los pilares de nuestro pensamiento
especies ' . Las neuronas de mamiferos realizan una danza caotica (es decir, con
muchas interacciones aparentemente al azar), y si la red neuronal ha aprendido bien
sus lecciones , un patron estable surgiran , lo que refleja la decision de la red. En la
actualidad , disenos paralelos para computadoras son algo limitadas . Sin embargo, no
hay ninguna razon por la cual no biologicos re-creaciones funcionalmente
equivalentes de redes neuronales biologicas no se pueden construir usando estos
principios . De hecho , decenas de los esfuerzos de todo el mundo ya han tenido exito
en hacerlo. Mi propio campo tecnico es el reconocimiento de patrones , y de los
proyectos que he participado en la de unos cuarenta anos utilizar esta forma de
computacion entrenables y no determinista .
Muchos de los metodos caracteristicos del cerebro de la organizacion tambien puede
ser eficaz simulado utilizando la computacion convencional de potencia suficiente .

Duplicacion de los paradigmas de diseno de la naturaleza , a mi juicio , es una
tendencia clave en la computacion futuro. Debemos tener en cuenta , ademas , que la
computacion digital puede ser funcionalmente equivalente a analogico es la
computacion - que , podemos realizar todas las funciones de una red digital-analogico
hibrido con un equipo totalmente digital . La inversa no es verdad : no podemos
simular todas las funciones de un ordenador digital con uno analogico .
Sin embargo , la computacion analogica tiene una ventaja de ingenieria : es
potencialmente miles de veces mas eficiente . Un calculo analogico puede ser
realizado por unos pocos transistores o , en el caso de las neuronas de mamiferos ,
procesos electroquimicos especificos . Una computacion digital , por el contrario,
requiere de miles o decenas de miles de transistores . Por otra parte , esta ventaja
puede ser compensado por la facilidad de programacion (y modificar) simulaciones
por ordenador basadas en digitales .
Hay un numero de otras maneras clave en las que el cerebro se diferencia de un
ordenador convencional :
• Los circuitos del cerebro son muy lentos . Synaptic veces - de restablecimiento y
neurona - estabilizacion (la cantidad de tiempo requerido para que una neurona y sus
sinapsis para restablecer a si mismos despues de los incendios neurona) son tan
lentos que hay muy pocos ciclos de neuronas de coccion disponibles para tomar
decisiones de reconocimiento de patrones . Funcional exploraciones de resonancia
magnetica por imagenes (fMRI) y la magnetoencefalografia (MEG) muestran que
los juicios que no requieren la resolucion de ambiguedades parecen estar hechas en
un solo ciclo de neuronas coccion (a menos de veinte milisegundos) , que implica

esencialmente iterativo (repetida) procesos. Reconocimiento de objetos se produce
en unos 150 milisegundos, por lo que incluso si " pensamos que algo mas , " el
numero de ciclos de funcionamiento se mide en cientos o miles a lo sumo, no miles
de millones , como con un ordenador tipico.
• Pero es masivamente paralelo. El cerebro tiene del orden de cien trillones de
interneuronal conexiones, cada una de procesamiento de informacion potencialmente
simultaneamente . Estos dos factores (tiempo de ciclo lento y paralelismo masiva)
dan lugar a un cierto nivel de capacidad de computacion para el cerebro, como hemos
comentado anteriormente .
Hoy nuestros mayores superordenadores estan aproximando a esta gama . Los
superordenadores mas importantes (incluyendo los utilizados por los motores de
busqueda mas populares) miden mas de 10^{14} cps , que coincide con el rango mas
bajo de las estimaciones que discuti en el capitulo 3 para la simulacion funcional . No
es necesario , sin embargo, utilizar la misma granularidad de procesamiento en
paralelo como el cerebro mismo , siempre y cuando que coincida con la velocidad
computacional global y la capacidad de memoria necesaria y de otra manera simular
la arquitectura paralela masiva del cerebro .
• El cerebro combina fenomenos analogos y digitales . La topologia de las conexiones
en el cerebro es esencialmente existe una conexion digital , o no lo hace. Un disparo
axon no es totalmente digital, pero se aproxima mucho a un proceso digital . La
mayoria de todas las funciones en el cerebro es analogico y esta lleno de no
linealidades (cambios bruscos en la produccion , en lugar de los niveles cambiantes
sin problemas) que son sustancialmente mas complejo que el modelo clasico que
hemos estado utilizando para las neuronas . Sin embargo, los

detalles, la dinamica no
lineal de una neurona y todos sus componentes (dendritas , espinas , canales, y
axones) se pueden modelar a traves de las matematicas de los sistemas no lineales .
Estos modelos matematicos pueden entonces ser simulado en un ordenador digital a
cualquier grado deseado de exactitud . Como ya he dicho , si simulamos las regiones
neuronales utilizando transistores en el modo analogico nativo en lugar de a traves de
la computacion digital, este enfoque puede proporcionar una mayor capacidad por
tres o cuatro ordenes de magnitud , como Carver Mead tiene demonstrated.[13]
• El cerebro se reprograma a si mismo. Las dendritas estan continuamente explorando
nuevas espinas y las sinapsis . La topologia y la conductancia de las dendritas y
sinapsis tambien se adapta continuamente . El sistema nervioso se auto- organiza a
todos los niveles de su organizacion. Mientras que las tecnicas matematicas utilizadas
en los sistemas de reconocimiento de patrones computarizados tales como las redes
neuronales y modelos de Markov son mucho mas simples que los utilizados en el
cerebro , que tenemos una experiencia sustancial de ingenieria con la auto -
organizacion de models.[14]
Computadoras modernas no literalmente reconfiguran a si mismos (aunque "los
sistemas de auto-sanacion " emergentes estan empezando a hacerlo) , pero podemos
simular eficazmente este proceso en software.[15] En el futuro , podemos implementar
esto en hardware, tambien, aunque puede haber ventajas en la aplicacion de la
mayoria de auto- organizacion en el software , que proporciona una mayor
flexibilidad para los programadores.
• La mayor parte de los detalles en el cerebro son aleatorios . Si bien existe una gran
cantidad de estocastico (aleatorio dentro de proceso

cuidadosamente controlado
limitaciones) en todos los aspectos del cerebro , no es necesario modelar cada "
hoyuelo " en la superficie de cada dendrita , mas de lo que es necesario modelar cada
pequena variacion en la superficie de cada transistor en la comprension de los
principios del funcionamiento de un ordenador. Sin embargo, algunos detalles son
fundamentales en la descodificacion de los principios de funcionamiento del cerebro,
lo que nos obliga a distinguir entre ellos y los que comprenden estocastico "ruido " o
el caos . Los aspectos caoticos (aleatorio e imprevisible) de la funcion neural se
pueden modelar utilizando las tecnicas matematicas de la teoria de la complejidad y
el caos theory.[16]
• El cerebro utiliza las propiedades emergentes . Comportamiento inteligente es una
propiedad emergente del cerebro de actividad caotica y compleja . Considere la
analogia con el diseno aparentemente inteligente de las termitas y las colonias de
hormigas , con sus tuneles de interconexion delicadamente construidas y sistemas de
ventilacion .
A pesar de su diseno inteligente y complejo , hormigas y termiteros tienen maestros
arquitectos , la arquitectura surge de las interacciones impredecibles de todos los
miembros de la colonia , cada uno siguiendo reglas relativamente simples.
• El cerebro es imperfecto. Es la naturaleza de los sistemas adaptativos complejos que
la inteligencia emergente de sus decisiones es suboptima. (Es decir , refleja un nivel
mas bajo de la inteligencia de lo que se representa mediante una disposicion optima
de sus elementos. } Es solo tiene que ser lo suficientemente bueno , que en el caso de
nuestra especie significa un nivel de inteligencia suficiente para que podamos ser mas
listo los competidores en el nicho ecologico (por ejemplo, primates

que tambien
combinan la funcion cognitiva con un apendice oponible pero cuyos cerebros no
estan tan desarrollados como los humanos y cuyas manos no funcionan tan bien) .
• Nosotros nos contradecimos . Una variedad de ideas y enfoques , incluidos los
conflictivos , conduce a resultados superiores . Nuestros cerebros son muy capaces de
tener puntos de vista contradictorios . De hecho, nos esforzamos en esta diversidad
interna. Considere la analogia de una sociedad humana , sobre todo uno democratico ,
con sus formas constructivas de resolver los multiples puntos de vista .
• El cerebro utiliza la evolucion. El paradigma de aprendizaje basico utilizado por el
cerebro es un uno evolutiva : la patrones de conexiones que tienen mas exito en dar
sentido al mundo y contribuir a reconocimientos y decisiones sobrevivir. El cerebro
de un recien nacido contiene principalmente conexiones interneuronales vinculados al
azar , y solo una porcion de los que sobreviven en el de dos anos de edad, brain.[17]
• Los patrones son importantes. Algunos detalles de estos metodos de auto -
organizacion caotica , expresados como restricciones modelo (reglas que definen las
condiciones iniciales y de los medios para la auto - organizacion) , son cruciales ,
mientras que muchos detalles dentro de las restricciones se establecen inicialmente al
azar. Entonces, el sistema auto - organiza y representa gradualmente las
caracteristicas invariables de la informacion que se ha presentado al sistema . La
informacion resultante no se encuentra en los nodos o conexiones especificas , sino
mas bien es un patron distribuido.
• El cerebro es holografico . Hay una analogia entre la informacion que se distribuye
en un holograma y la metodo de representacion de la informacion en las redes

cerebrales . Nos parece tambien en los metodos de auto - organizacion de empleados
en el reconocimiento de patrones computarizados , tales como redes neuronales ,
modelos de Markov, y algorithms.[18] genetica
• El cerebro esta profundamente conectada . El cerebro obtiene su resiliencia de ser
una red conectada profundamente en que informacion tiene muchas maneras de
navegar de un punto a otro. Considere la analogia a la Internet , que se ha convertido
cada vez mas estable como se ha incrementado el numero de sus nodos constituyentes
Los nodos , incluso centros enteros de la Internet , pueden dejar de funcionar sin tener
que derribar toda la red . Del mismo modo , continuamente perdemos neuronas sin
afectar a la integridad de todo el cerebro.
• El cerebro tiene una arquitectura de las regiones . Aunque los detalles de las
conexiones dentro de una region son inicialmente al azar dentro de las limitaciones y
auto - organizacion , existe una arquitectura de varios cientos de regiones que realizan
funciones especificas , con patrones especificos de las conexiones entre las regiones .
• El diseno de una region del cerebro es mas simple que el diseno de una neurona .
Modelos consiguen a menudo mas simple en una nivel mas alto, no mas complejo.
Considere una analogia con un ordenador. Necesitamos entender la fisica detallada de
los semiconductores para modelar un transistor, y las ecuaciones que subyacen a un
solo transistor real son complejas. Sin embargo , un circuito digital que multiplica dos
numeros , a pesar de la participacion de cientos de transistores , se puede modelar
mucho mas simplemente , con solo unas pocas formulas . Un equipo completo con
miles de millones de transistores puede ser modelado a traves de su conjunto de
instrucciones de registro y descripcion, que puede ser descrito en un punado de

paginas escritas de texto y transformaciones matematicas .
Los programas de software para un sistema operativo, compiladores de lenguaje y
ensambladores son bastante complejas, pero para modelar un programa - ejemplo, un
programa de reconocimiento de voz en particular sobre la base de Markov modelado
se puede describir en unas pocas paginas de ecuaciones. En ninguna parte de esta
descripcion se pueden encontrar los detalles de la fisica de los semiconductores . Una
observacion similar vale tambien para el cerebro. Una disposicion neuronal particular
que detecta una caracteristica visual invariante particular (tal como una cara) o que
realiza un filtrado de paso de banda (restringir la entrada a un determinado rango de
frecuencias) operacion en la informacion auditiva o que evalua la proximidad
temporal de dos eventos se puede describir con mucha mayor simplicidad de la fisica
y quimica las relaciones reales que controlan los neurotransmisores y otras variables
sinapticas y dendriticas que participan en los procesos respectivos . A pesar de toda
esta complejidad neural tendran que ser considerados cuidadosamente antes de
avanzar al siguiente nivel superior (modelar el cerebro) , gran parte de ella se puede
simplificar una vez que los principios de funcionamiento del cerebro se entienden.

Tratar de entender nuestro propio pensamiento

El ritmo acelerado de la Investigación

Nos acercamos a la rodilla de la curva (el periodo de rapido crecimiento
exponencial) en el ritmo acelerado de la comprension del cerebro humano, pero
nuestros esfuerzos en esta area tenemos una larga historia . Nuestra capacidad de
reflexionar y construir modelos de nuestro pensamiento es un atributo exclusivo de
nuestra especie. Modelos mentales tempranos eran de necesidad basado en la simple
observacion de nuestro comportamiento externo (por ejemplo , el

analisis de los
recursos humanos de Aristoteles capacidad de asociar ideas, escritos hace 2.350
anos) [19]
A principios del siglo XX hemos desarrollado las herramientas para examinar los
procesos fisicos en el interior del cerebro . Un avance inicial fue la medicion de la
produccion electrica de las celulas nerviosas , desarrollado en 1928 por el pionero de
la neurociencia ED Adrian , que demostraron que existian procesos electricos que
tienen lugar dentro de la brain.20 Como Adrian escritura ", que habia organizado
unos electrodos en la optica neuralgico de un sapo en conexion con algun
experimento en la retina. la habitacion era casi de noche y yo estaba perplejo al oir
ruidos repetidos en el altavoz conectado al amplificador, ruidos que indican que una
gran parte de la actividad de impulso que estaba pasando. no fue hasta que compare
los ruidos con mis propios movimientos alrededor de la habitacion que me di cuenta
de que estaba en el campo de vision del ojo del sapo y que estaba senalando lo que
estaba haciendo " .
Idea clave de Adrian de este experimento sigue siendo la piedra angular de la
neurociencia hoy : la frecuencia de los impulsos del nervio sensorial es proporcional
a la intensidad de los fenomenos sensoriales que se estan midiendo . P. ejemplo ,
cuanto mayor sea la intensidad de la luz , mayor es la frecuencia (impulsos por
segundo) de los impulsos neuronales de la retina al cerebro . Era un estudiante de
Adrian , Horace Barlow , quien contribuyo otra idea duradera , "caracteristicas de
disparo " en las neuronas , con el descubrimiento de que las retinas de ranas y conejos
tiene neuronas individuales que pondrian en marcha el "ver" las formas especificas ,
las direcciones, o velocidades . En otras palabras , la percepcion

implica una serie de
etapas , con cada capa de neuronas que reconocen caracteristicas mas sofisticadas de
la imagen .
En 1939 comenzamos a desarrollar una idea de como realizan las neuronas : mediante
la acumulacion de (anadiendo) sus entradas y luego producir un aumento de la
conductancia de la membrana (un aumento repentino en la capacidad de la
membrana de la neurona para llevar a cabo una senal) una tension a lo largo del axon
de la neurona (que se conecta a otra neurona es a traves de un sinapsis) . AL Hodgkin
y AF Huxley describe su teoria de la " potencial de accion " del axon (voltaje) .21
Tambien hicieron una medicion real de un potencial de accion en el axon neuronal
animal en 1952 . Eligieron neuronas calamar debido a su tamano y la anatomia
accesible.
Sobre la base de Hodgkin y Huxley vision WS McCulloch y W. Pitts desarrollo en
1943 un modelo simplificado de las redes neuronales que motivo a medio siglo de
trabajo en artificial (simulado) redes neuronales (usando un programa de
computadora para simular la forma en que funcionan las neuronas en el cerebro una
red) . Este modelo se perfecciono por Hodgkin y Huxley en 1952. Aunque ahora nos
damos cuenta de que las neuronas reales son mucho mas complejos que estos
primeros modelos, el concepto original se ha mantenido bien . Este modelo de red
neural basico tiene un "peso " neural (que representa la "fuerza" de la conexion) para
cada sinapsis y una no linealidad (umbral de disparo) en la neurona soma (cuerpo
celular) .
Como la suma de las entradas ponderadas a los aumentos soma de neuronas , hay
relativamente poca respuesta de la neurona hasta que se alcanza un umbral critico ,

como punto de que la neurona se incremento rapidamente la salida de su axon y los
incendios . Diferentes neuronas tienen diferentes umbrales . Aunque la investigacion
reciente muestra que la respuesta real es mas complejo que esto, el modelo de
Hodgkin- Huxley McCulloch - Pitts y siguen siendo esencialmente valida.
Estas ideas llevaron a una enorme cantidad de trabajo a principios de la creacion de
redes neuronales artificiales , en un campo que se conoce como conexionismo . Este
fue quizas el primer paradigma de auto-organizacion introducido en el campo de la
computacion.
Un requisito clave para un sistema de auto-organizacion es una no linealidad :
algunos medios de creacion de salidas que no son pesos simples sumas de las
entradas . Los modelos de red neuronal temprana brinda este no linealidad en su
replica de la neurona nucleus.[23] (El metodo de red neural basica es sencillo .) [24]
Trabajo iniciado por Alan Turing en modelos teoricos de calculo alrededor del mismo
tiempo tambien mostraron que la computacion requiere un no linealidad . Un sistema
tan simple crea sumas ponderadas de las entradas no puede realizar los requisitos
esenciales de la computacion.
Ahora sabemos que las neuronas biologicas reales tienen muchas otras no
linealidades que resultan de la accion electroquimica de las sinapsis y la morfologia
(forma) de las dendritas . Diferentes modalidades de neuronas biologicas pueden
realizar calculos , incluyendo restar, multiplicar , con un promedio , el filtrado , la
normalizacion , y umbralizacion senales , entre otros tipos de transformaciones.
La capacidad de las neuronas para realizar la multiplicacion es importante porque
permitio que el comportamiento de una red de neuronas en el cerebro para ser

modulada (influida) por los resultados de los calculos de otra red . Los experimentos
utilizando mediciones electrofisiologicas en monos proporcionan evidencia de que la
tasa de senalizacion por las neuronas en la corteza visual en el tratamiento de una
imagen se aumenta o disminuye en funcion de si o no el mono esta prestando
atencion a un area en particular de que los estudios de fMRI image.25 Humanos
tambien han muestra que prestar atencion a un area determinada de la imagen,
aumenta la capacidad de respuesta de las neuronas de procesamiento de imagen que
en una region cortical llamado V5 , que es responsable de la circulacion detection.26
El movimiento conexionismo experimento un retroceso en 1969 con la publicacion
de los libros Perceptrones por Marvin Minsky y Seymour Papert.[27] del MIT Incluia
un teorema fundamental que demuestra que el tipo mas comun (y mas simple) de la
red neuronal utilizada en el momento (llamada Perceptron , promovida por Frank
Rosenblatt de Cornell), fue incapaz de resolver el simple problema de determinar si
un dibujo lineal era totalmente connected.28 el movimiento neural -net tuvo un
resurgimiento en la decada de 1980 utilizando un metodo llamado " backpropagation
", en la que el fuerza de cada sinapsis simulada se determino utilizando un algoritmo
de aprendizaje que ajusta el peso (la fuerza de la salida de cada uno de neurona
artificial despues de cada ensayo de entrenamiento para la red podria " aprender "
para que coincida mas correctamente la respuesta correcta .
Sin embargo, la propagacion hacia atras no es un modelo factible de entrenamiento
con pesas sinaptica en una red neural biologica real, ya que las conexiones hacia atras
a la realidad ajustar la fuerza de las conexiones sinapticas no parece existir en el
cerebro de los mamiferos. En las computadoras, sin embargo, este

tipo de sistema de
auto-organizacion puede resolver una amplia gama de problemas de reconocimiento
de patrones , y el poder de este sencillo modelo de auto-organizacion neuronas
interconectadas se ha demostrado.
Menos bien conocido es la segunda forma de aprendizaje de Hebb : un bucle
planteado la hipotesis en la que la excitacion de la neurona alimentaria sobre si
mismo (posiblemente a traves de otras capas) , causando una reverberacion (un
reexcitation continuo podria ser la fuente de aprendizaje a corto plazo) . Tambien
sugirio que la reverberacion corto plazo podria conducir a la memoria a largo plazo :
" Supongamos entonces que la persistencia o la repeticion de una actividad de
reverbero (o " traza ") tiende a inducir cambios celulares duraderos que aumentan su
estabilidad La . supuesto se puede afirmar con precision el siguiente: Cuando un axon
de la celula A esta lo suficientemente cerca como para excitar una celula B y repetida
o persistentemente participar en el lanzamiento de ella, algun proceso de crecimiento
o cambio metabolico se lleva a cabo en una o dos celulas de tal manera que de una
eficiencia, como uno de los de la celda de disparo B , se incrementa
" .
Aunque la memoria de reverbero Hebbian no esta tan bien establecida como el
aprendizaje de Hebb sinaptica , los casos se han descubierto recientemente. Por
ejemplo , los conjuntos de neuronas excitadoras (los que estimulan la sinapsis) y las
neuronas inhibitorias (los que bloquean un estimulo) inician una oscilacion cuando
ciertos visual patrones son presented.[29] Y los investigadores del MIT y los
Laboratorios Bell de Lucent Technologies han creado un circuito electronico
integrado , compuesto de transistores , que simula la accion de dieciseis neuronas

excitadoras y una neurona inhibitoria para imitar la circuiteria cerebral biologica de la
cortex.[30]
Estos primeros modelos de neuronas y de procesamiento de informacion neuronal ,
aunque simplista e inexacta en algunos aspectos, fueron notables , dada la falta de
datos y las herramientas que se han desarrollado estas teorias .

Mirada en el Cerebro

Hemos sido capaces de reducir la deriva y el ruido en nuestros instrumentos de tal
manera que podemos ver los movimientos mas pequenos de estas moleculas , a traves
de distancias que son menos que sus diametros .... [E] stos tipo de experimentos eran
pipedreams hace 15 anos.
STEVEN - BLOCK, PROFESOR DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y APLICADA FISICA, UNIVERSIDAD DE STANFORD

Imaginemos que estabamos tratando de hacer ingenieria inversa de un ordenador sin
saber nada sobre el (el enfoque de " recuadro negro") . Podriamos empezar por
colocar las matrices de sensores magneticos alrededor del dispositivo. Nos dariamos
cuenta de que durante las operaciones que actualizan una base de datos , la actividad
significativa se produce en un circuito particular. Estariamos propensos a tomar nota
de que tambien hubo accion en el disco duro durante estas operaciones. (De hecho ,
escuchando el disco duro ha sido siempre una ventana de crudo en lo que es un
equipo que esta haciendo .)
A continuacion, podriamos teorizar que el disco tiene algo que ver con la memoria a
largo plazo que almacena las bases de datos y que la placa de circuito que se activa
durante estas operaciones estuvo involucrado en la transformacion de los datos que se
almacenan. Esto nos dice aproximadamente donde y cuando las operaciones se llevan
a cabo, pero relativamente poco acerca de como se llevan a cabo estas tareas.
Si los registros de la computadora (posiciones de memoria

temporal) se conectaron
a las luces del panel frontal (como fue el caso de las primeras computadoras) ,
veriamos ciertos patrones de parpadeo de la luz que indicaban los rapidos cambios en
los estados de estos registros durante los periodos cuando el equipo era analisis de
datos , pero los cambios relativamente lentos cuando el equipo estaba transmitiendo
datos. A continuacion, podriamos teorizar que estas luces reflejaron cambios en el
estado logico en algun tipo de comportamiento analitico. Estas ideas podrian ser
exacta, pero crudo y no serian capaces de proporcionarnos una teoria de la operacion
o cualquier idea en cuanto a como la informacion es codificada en realidad o se
transforma .
La situacion hipotetica descrita anteriormente refleja el tipo de esfuerzos que se han
realizado para analizar y modelar el cerebro humano con las herramientas
rudimentarias que historicamente han estado disponibles . La mayoria de los modelos
basado en la investigacion del cerebro - exploracion contemporanea (utilizando
metodos tales como fMRI , MEG , y otros discutidos mas abajo) son solo indicativos
de los mecanismos subyacentes . Aunque estos estudios son valiosos , su resolucion
espacial y temporal de crudo no es adecuado para la ingenieria inversa de los rasgos
mas destacados del cerebro.

Nuevas herramientas para la exploración del cerebro.

Ahora imaginemos , en nuestro ejemplo anterior equipo , que somos capaces de
colocar en realidad sensores precisos en puntos especificos de los circuitos y que
estos sensores son capaces de rastrear senales especificas a velocidades muy altas .
Ahora nos tenemos las herramientas necesarias para seguir la informacion real que se
transforma en tiempo real, y que seria capaz de crear una descripcion detallada de

como los circuitos funcionan realmente. Esto es , de hecho , exactamente como los
ingenieros electricos van de entender y depurar circuitos tales como placas de
computadoras (la ingenieria inversa del producto de un competidor, por ejemplo) ,
utilizando analizadores logicos que visualizan senales de ordenador .
Neurociencia aun no ha tenido acceso a la tecnologia de sensores que permita lograr
este tipo de analisis , pero esta situacion esta a punto de cambiar. Nuestras
herramientas para escudrinando nuestros cerebros estan mejorando a un ritmo
exponencial. La resolucion de los dispositivos de escaneo cerebral no invasivas se
duplica mas o menos cada doce meses (por unidad de volumen) 31

Resolución del cerebro no invasiva exploración

(representacion logaritmica)

Vemos mejoras comparables en la velocidad de cerebro exploracion de la imagen de
reconstruccion :

Cerebro de exploración Tiempo reconstrucción de imágenes

(representacion logaritmica)

La herramienta de escaneo cerebral mas comunmente utilizado es fMRI , que
proporciona relativamente una alta resolucion espacial de uno a tres milimetros (no
lo suficientemente alta como para obtener imagenes de las neuronas individuales)
pero baja resolucion temporal (tiempo) de unos pocos segundos . Las generaciones
recientes de la tecnologia fMRI proporcionan una resolucion de tiempo de
aproximadamente un segundo, o una decima de segundo para un cerebro rebanada
delgada .
Otra tecnica utilizada es MEG, que mide campos magneticos debiles fuera del craneo
, producidas principalmente por las neuronas piramidales de la corteza. MEG es
capaz de rapida (un milisegundo) resolucion temporal , pero solo una resolucion
espacial muy crudo, aproximadamente un centimetro .

Fritz Sommer, un investigador principal en el Instituto de Neurociencia de Redwood ,
esta desarrollando metodos para combinar fMRI y MEG para mejorar la precision
espacial y temporal de las medidas. Otros avances recientes han demostrado que las
tecnicas de resonancia magnetica funcional con capacidad de mapeo de las regiones
denominadas columnas y estructuras laminares , que son solo una fraccion de un
milimetro de ancho , y de detectar las tareas que tienen lugar en decenas de
milliseconds.32 fMRI y una tecnica de exploracion relacionadas con el uso de
positrones llamado tomografia por emision de positrones (PET), tanto la actividad
neuronal calibre a traves de medios indirectos. PET mide el flujo sanguineo cerebral
regional (rCBF) , mientras que las medidas TMRI de oxigeno en sangre levels.33
Aunque la relacion de estas cantidades de flujo de sangre a la actividad neuronal es
objeto de controversia , el consenso es que reflejan la actividad sinaptica local, no la
adicion de las neuronas. La relacion de la actividad neural para el flujo de sangre fue
articulada por primera vez en la finales del siglo XIX century.34 Una limitacion de
TMRI , sin embargo , es que la relacion de flujo de sangre a la actividad sinaptica no
es directa : una variedad de mecanismos metabolicos afectan a la relacion entre los
dos fenomenos .
Sin embargo , tanto el PET y TMRI se cree que son mas fiable para medir los
cambios relativos en el estado del cerebro . El principal metodo que utilizan es el
"paradigma de la resta ", que puede mostrar regiones que son mas activos durante
todo tasks.35 Este procedimiento consiste en sustraer datos producidos por una
exploracion cuando el sujeto no este realizando una actividad a partir de datos
producidos mientras el sujeto esta realizando una actividad mental

especificado. La
diferencia representa el cambio en el estado del cerebro .
Una tecnica no invasiva que proporciona una alta resolucion espacial y temporal es "
imagen optica ", que consiste en extraer una parte del craneo , manchando el tejido
cerebral de estar con un tinte fluorescente que sobre la actividad neuronal , y luego la
imagen de la luz emitida con una camara digital. Desde imagenes opticas requiere la
cirugia , se ha utilizado principalmente en animales , particularmente raton ,
experimentos .
Otro enfoque para identificar la funcionalidad del cerebro en diferentes regiones es la
estimulacion magnetica transcraneal (TMS) , que consiste en aplicar un campo
magnetico fuerte - pulsada desde el exterior del craneo, utilizando una bobina
magnetica posicionada con precision sobre la cabeza . Por tanto estimular o inducir
una " lesion virtual" de (deshabilitando temporalmente) pequenas regiones del
cerebro , las habilidades pueden ser disminuidos o enhanced.[36] TMS tambien se
puede utilizar para estudiar la relacion de las diferentes areas del cerebro en las tareas
especificas y puede incluso inducen sensaciones de mistica experiences.37 cerebro
cientifico Allan Snyder ha informado de que alrededor del 40 por ciento de los
sujetos de prueba conectados a TMS mostrar nuevas habilidades importantes ,
muchos de los cuales son notables , como el dibujo abilities.[38]
Si tenemos la opcion de destruir el cerebro que esta escaneando , dramaticamente
mas alta resolucion espacial se hace posible . Escaneado de un cerebro congelado es
factible hoy en dia , aunque todavia no a la velocidad o ancho de banda suficiente
para mapear plenamente todas las interconexiones . Pero, de nuevo , de conformidad
con la ley de los retornos acelerados , este potencial esta creciendo de manera

exponencial , al igual que todas las demas facetas de la exploracion del cerebro .
Andreas Nowatzyk de la Universidad Carnegie Mellon esta escaneando el sistema
nervioso del cerebro y el cuerpo de un raton con una resolucion de menos de dos
centenares de nanometros , que se acercan a la resolucion necesaria para la ingenieria
inversa completa. Otra escaner destructivo llamado "Brain Tissue escaner"
desarrollado en el Laboratorio de Redes del Cerebro en la Universidad A & M de
Texas es capaz de escanear todo un cerebro de raton con una resolucion de 250
nanometros de un mes usando slices.[39]

Optimización de la resolución .

Muchas de las tecnologias de escaneo cerebral nuevos ahora en desarrollo estan
mejorando dramaticamente temporal y resolucion espacial. Esta nueva generacion de
sistemas de deteccion y escaneo esta proporcionando las herramientas necesarias para
desarrollar modelos con niveles sin precedentes de finos detalles. Lo que sigue es una
pequena muestra de estos nuevos sistemas de deteccion de imagenes y .
Una camara especialmente emocionante nueva exploracion se esta desarrollando en
la Universidad de Laboratorio de Investigacion Neuroingenieria Pennsylvania ,
dirigido por Leif H. Pinkel.[40] El sistema optico esta proyectado resolucion espacial
sera lo suficientemente alto como para agrandar las neuronas individuales y en una
milesima de segundo el tiempo de resolucion , que es suficiente para grabar el disparo
de cada neurona .
Las versiones iniciales son capaces de escanear un centenar de celulas al mismo
tiempo , a una profundidad de hasta diez micras de la camara . Una version futura
sera la imagen hasta mil celulas simultaneamente , a una distancia de hasta 150
micras de la camara y en el tiempo de resolucion submillisecond . El

sistema puede
escanear el tejido neural in vivo (en un cerebro vivo), mientras que un animal se
dedica a una tarea mental , aunque la superficie del cerebro debe ser expuesta . El
tejido neural se tine para generar fluorescencia dependiente de la tension, que es
captada por la camara de alta resolucion . El sistema de escaneo se puede utilizar para
examinar los cerebros de los animales antes y despues de aprender habilidades
perceptuales especificos . Este sistema combina la (un milisegundo) Resolucion
temporal rapida de MEG mientras que pudiendo imagen neuronas individuales y
conexiones.
Los metodos tambien han sido desarrollados para activar las neuronas no invasiva o
incluso una parte especifica de una neurona de una manera temporal y espacialmente
preciso. Un enfoque, que implica fotones , utiliza una excitacion directa " dos fotones
" , llamado " microscopia de dos fotones laser de exploracion " (TPLSM)[41] Esto crea
un unico punto de enfoque en el espacio tridimensional que permite escaneado muy
alta resolucion. Utiliza pulsos laser dura solo una millonesima de una mil
millonesima de un segundo (10^{-15} segundos) para detectar la excitacion de las
sinapsis individuales en el cerebro intacto mediante la medicion de la acumulacion de
calcio intracelular asociada con la activacion de sinaptica receptors.[42] Aunque el
metodo destruye una cantidad insignificante de tejido , que proporciona imagenes
extremadamente de alta resolucion de las espinas dendriticas y sinapsis individuales
en accion.
Esta tecnica se ha utilizado para llevar a cabo la cirugia intracelular ultraprecise . El
fisico Eric Mazur y sus colegas de la Universidad de Harvard han demostrado su
capacidad para ejecutar las modificaciones precisas de las celulas,

como la ruptura de
una conexion interneuronal o destruir una sola mitocondria (fuente de energia de la
celula), sin afectar otros componentes celulares . " Se genera el calor del sol, " dice
Mazur colega Donald Ingber , " pero solo para quintillionths de segundo, y en un
espacio muy pequeno. "
Otra tecnica, denominada " grabacion multielectrodo , " utiliza una matriz de
electrodos para registrar simultaneamente la actividad de un gran numero de neuronas
con muy alta (submillisecond) temporal resolution.[43] Ademas, una tecnica no
invasiva llama microscopia de generacion del segundo armonico (SHG) es poder "
para estudiar las celulas en la accion ", explica el desarrollador principal Dombeck
Daniel , un estudiante graduado en la Universidad de Cornell. Otra tecnica, llamada
coherencia optica de imagen (OCI) , utiliza luz coherente (ondas de luz que estan
todos alineados en la misma fase) para crear imagenes tridimensionales holograficas
de grupos de celulas .

Digitalización con nanobots .

A pesar de estos medios en gran medida no invasiva de escanear el cerebro desde
fuera del craneo estan mejorando rapidamente , el metodo mas potente para capturar
cada detalle neural relevante sera la de analizar desde dentro . Por la decada de 2020
la tecnologia nanobot sera viable , y el escaneo del cerebro sera una de sus
aplicaciones importantes . Como se ha descrito anteriormente nanobots son robots
que seran el tamano de las celulas sanguineas (de siete a ocho micras) o incluso
smaller.[44] miles de millones de ellos podrian viajar a traves de todos los capilares
cerebrales , explorando cada funcion neuronal relevante de cerca. El uso de
comunicaciones inalambricas de alta velocidad, los nanobots podrian comunicarse

entre si y con las computadoras compilar la base de datos del cerebro -scan . (En otras palabras , los nanobots y los ordenadores estaran todos en una red de area local inalambrica .) [45]

Un reto tecnico clave para la interconexion con las estructuras nano robots biologicos del cerebro es la barrera sangre - cerebro (BBB) . A finales del siglo XIX, los cientificos descubrieron que cuando se inyecta un tinte azul en el torrente sanguineo de un animal, todos los organos de los animales se volvieron azules, con la excepcion de la medula espinal y el cerebro . Ellos plantearon la hipotesis de precision una barrera que protege al cerebro de una amplia gama de sustancias potencialmente nocivas en la sangre , incluyendo bacterias , hormonas , sustancias quimicas que pueden actuar como neurotransmisores , y otras toxinas . Solo oxigeno , glucosa y un muy selecto grupo de otras moleculas pequenas son capaces de salir de los vasos sanguineos y entrar en el cerebro .

Las autopsias a principios del siglo XX revelaron que el revestimiento de los capilares en el cerebro y otros tejidos del sistema nervioso es en realidad llena mucho mas estrechamente con las celulas endoteliales que los buques de tamano comparable en otros organos. Estudios mas recientes han demostrado que la acreditacion es un sistema complejo que dispone de puertas de enlace completos con las claves y contrasenas que permiten la entrada en el cerebro . Por ejemplo , dos proteinas denominadas zonulina y zot se han descubierto que reaccionan con los receptores en el cerebro para abrir temporalmente la acreditacion en los sitios seleccionados. Estas dos proteinas playa papel similar en la apertura de los receptores en el intestino delgado para permitir la digestion de la glucosa y otros nutrientes .

Todo sistema de nanobots para escanear o interactuar con el

cerebro tendra que
considerar el BBB. Aqui describo algunas estrategias que seran factibles , dada las
capacidades futuras . Sin lugar a dudas , otros se desarrollaran durante el proximo
cuarto de siglo.
• Una tactica obvia es hacer que el nanobot suficientemente pequena como para
deslizarse a traves de la acreditacion , pero este es el metodo menos practico , al
menos con la nanotecnologia como lo imaginamos hoy. Para ello, el nanobot tendria
que ser veinte nanometros o menos de diametro, que es aproximadamente del tamano
de un centenar de atomos de carbono. Limitar el nanobot a estas dimensiones
limitaria seriamente su funcionalidad.
• Una estrategia intermedia seria mantener el nanobot en el torrente sanguineo , pero
que lo han proyectar un brazo robotico a traves de la acreditacion y en el liquido
extracelular que las lineas de las celulas neuronales . Esto permitiria que el nanobot
se mantenga lo suficientemente grande como para tener suficientes recursos
computacionales y de navegacion . Dado que casi todas las neuronas se encuentran
dentro de dos o tres anchos de celulas de un capilar, el brazo haria que llegar solo
hasta unos cincuenta micras. Los analisis realizados por Rob Freitas y otros muestran
que es muy factible para restringir el ancho de dicho manipulador a menos de veinte
nanometros .
• Otro enfoque es mantener los nanobots en los capilares y utilizar la exploracion no
invasiva . Para ejemplo, el sistema de exploracion esta disenada por Finkel y sus
asociados puede escanear a una resolucion muy alta (suficiente para ver las
interconexiones individual) a una profundidad de 150 micras, que es varias veces
mayor de lo que necesitamos . Obviamente este tipo de sistema optico de formacion

de imagenes tendria que ser miniaturizado de manera significativa (en comparacion
con disenos contemporaneos), pero utiliza sensores de los dispositivos de
acoplamiento de carga , que son susceptibles a tal reduccion de tamano .
• Otro tipo de exploracion no invasiva implicaria una serie de nanobots que emiten
senales enfocadas similares a las de un escaner de dos fotones y otro conjunto de
nanobots que reciben la transmision . La topologia del tejido intermedio se pudo
determinar mediante el analisis del impacto en la senal recibida .
• Otro tipo de estrategia , sugerida por Robert Freitas , seria que el nanobot
literalmente irrumpir su camino mas alla de la acreditacion por romper un agujero en
el , salir del vaso sanguineo , y luego reparar el dano. Dado que el nanobot se puede
construir usando de carbono en una configuracion de diamantina , que seria mucho
mas fuerte que los tejidos biologicos . Freitas escribe , " Para pasar entre las celulas
en el tejido rico en celulas , es necesario que un nanorrobot avance para interrumpir
un numero minimo de contactos adhesivas - a - celula-celula que quedan por delante
en su camino . Despues de eso , y con el objetivo de minimizar biointrusiveness , el
nanorobot debe sellar los contactos adhesivos en su estela , crudamente analogo a un
topo de madriguera . " [46]
• Otro enfoque es sugerido por los estudios de cancer contemporaneos. Los
investigadores del cancer estan muy interesado en interrumpir selectivamente la
acreditacion para el transporte de sustancias que destruyen el cancer para los
tumores . Estudios recientes de la serie acreditacion que se abre en respuesta a una
variedad de factores , que incluyen ciertas proteinas, como se menciono
anteriormente , hipertension localizada , altas concentraciones de determinadas

sustancias , microondas y otras formas de radiacion , infeccion , y la inflamacion .
Tambien hay procesos especializados que ferry sustancias necesarias tales como la
glucosa . Tambien se ha encontrado que el manitol azucar causa una disminucion
temporal de las celulas endoteliales estrechamente empaquetados para proporcionar
una violacion temporal de la acreditacion . Mediante la explotacion de estos
mecanismos , varios grupos de investigacion estan desarrollando compuestos que
abren la BBB.47 Aunque esta investigacion esta dirigida a terapias contra el cancer ,
enfoques similares pueden ser utilizados para abrir las puertas de enlace de nanobots
que escanear el cerebro , asi como mejorar nuestro funcionamiento mental.
• Podriamos pasar por alto el torrente sanguineo y la acreditacion por completo
mediante la inyeccion de los nanobots en las areas de la cerebro que tienen acceso
directo al tejido neural. Como menciono a continuacion , las nuevas neuronas migran
desde los ventriculos hacia otras partes del cerebro . Nanobots podrian seguir el
mismo camino de migracion .
• Rob Freitas ha descrito varias tecnicas para nanobots para monitorear sensorial
signals.48 Estos seran importante tanto para la ingenieria inversa de las entradas en el
cerebro , asi como para la creacion de inmersion total realidad virtual desde dentro
del sistema nervioso .
► Para escanear y monitorear las senales auditivas, Freitas propone "
nanodispositivos moviles ... [que] nadar en la arteria espiral de la oreja y hacia abajo
a traves de sus bifurcaciones para alcanzar el canal coclear , a continuacion, se
posicionan como monitores neurales en la proximidad de la espiral fibras nerviosas y
los nervios que entran en el epitelio del organo de Corti [coclear o nervios auditivos]

dentro del ganglio espiral . Estos monitores pueden detectar, registrar, o retransmitida
a otros nanodispositivos en la red de comunicaciones todo el trafico neural auditivo
percibido por el oido humano . "
► Para el cuerpo " sensaciones de gravedad , rotacion y aceleracion , " se imagina "
nanomonitors situados en las terminaciones nerviosas aferentes provenientes de las
celulas ciliadas ubicadas en los ... canales semicirculares . "
► Para la " gestion sensorial kinestesica ... las neuronas motoras se puede controlar
para realizar un seguimiento de los movimientos y posiciones de las extremidades , o
actividades especificos del musculo , e incluso ejercer el control . "
► " trafico neuronal sensorial olfativa y gustativa puede espiado [en] por
instrumentos nanosensory . "
► " Las senales de dolor pueden ser grabadas o modificadas segun sea necesario , al
igual que los impulsos nerviosos mecanicas y la temperatura de ... receptores situados
en la piel. "
► Freitas senala que la retina es rica en vasos sanguineos pequenos ", que permite un
facil acceso tanto a los fotorreceptores (varilla , cono, bipolares y ganglionares) y el
integrador ... neuronas. " Las senales del nervio optico representan mas de cien
millones de niveles por segundo , pero este nivel de procesamiento de la senal ya es
manejable. Como Tomaso Poggio del MIT y otros han indicado, que todavia no
entendemos la codificacion de las senales del nervio optico . Una vez que tenemos la
capacidad de controlar las senales para cada fibra discreta en el nervio optico, nuestra
capacidad de interpretar estas senales se vera muy facilitada. Este es actualmente un
area de intensa investigacion.
Como se discute mas adelante, las senales en bruto del cuerpo pasan por varios
niveles de procesamiento antes de ser agregados en una representacion dinamica

compacta en dos organos pequenos llamados la insula derecha y la izquierda , que se
encuentra profundamente en la corteza cerebral. En la realidad virtual de inmersion
total , puede ser mas eficaz para aprovechar las senales ya - interpretado en la insula
en lugar de las senales sin procesar en todo el cuerpo .
Exploracion del cerebro con el fin de ingenieria inversa a sus principios de operacion
es una accion facil que escanearlo con el proposito de " cargar " una personalidad
particular , que se discute mas adelante (consulte la seccion " Carga del cerebro
humano " seccion , p . 198) . Con el fin de realizar ingenieria inversa del cerebro,
solo tenemos que analizar las conexiones de una region lo suficiente como para
entender su modelo basico . No necesitamos para capturar cada conexion individual.
Una vez que entendemos los patrones de conexiones nerviosas en una region ,
podemos combinar ese conocimiento con una comprension detallada de como
funciona cada tipo de neurona en esa region. A pesar de una region particular del
cerebro puede tener miles de millones de neuronas , que contendra solo un numero
limitado de tipos de neuronas . Ya hemos hecho un progreso significativo en la
obtencion de los mecanismos que subyacen a variedades especificas de neuronas y
conexiones sinapticas mediante el estudio de estas celulas in vitro (en una placa de
ensayo) , asi como in vivo utilizando metodos tales como los de barrido de dos
fotones .
Los escenarios anteriores involucran capacidades que existen por lo menos en una
fase inicial en la actualidad. Ya tenemos la tecnologia capaz de producir
exploraciones de muy alta resolucion para la visualizacion de la forma precisa de
cada conexion en una zona particular del cerebro , si el escaner es fisicamente

proximo a las funciones neuronales . En relacion con nanobots , ya hay cuatro
grandes conferencias dedicadas al desarrollo de dispositivos de celulas de tamano
sangre para diagnostico y terapeutico purposes.49 Como se discutio en el capitulo 2 ,
podemos proyectar el costo disminuye exponencialmente de la computacion y el
tamano de la rapida disminucion y el aumento de la eficacia de ambas tecnologias
electronicas y mecanicas. En base a estas previsiones, que conservadoramente
podemos anticipar la tecnologia nanobot necesaria para poner en practica este tipo de
escenarios durante la decada de 2020 . Una vez escaneado basado nanobot se
convierte en una realidad, que finalmente sera en la misma posicion que los
disenadores de circuitos son hoy en dia : vamos a ser capaces de colocar sensores
altamente sensibles y muy alta resolucion (en forma de nanobots) a millones o
incluso miles de millones de ubicaciones en el cerebro y por lo tanto son testigos de
impresionantes detalles cerebros vivos en accion.

Modelos de construcción del cerebro

Si nos magicamente caliente y las ponemos en el cerebro de alguien mientras ella
estaba pensando , veriamos todas las bombas , pistones , engranajes y palancas de
trabajo de distancia, y que seria capaz de describir su funcionamiento completo, en
terminos mecanicos , con lo que describe completamente el pensamiento procesos del
cerebro . Pero esa descripcion seria nada contienen ninguna mencion de pensamiento!
Seria contener nada mas que la descripcion de las bombas , pistones , palancas . -G.
W. Leibniz (1646-1716)
.Como ... campos expresar sus principios? Los fisicos usan terminos como los
fotones , electrones , quarks , la funcion de onda cuantica , la relatividad y la
conservacion de la energia. Los astronomos usan terminos como

planetas , estrellas ,
galaxias, Hubble turnos, y los agujeros negros . Termodinamicos usan terminos como
entropia , la primera ley , la segunda ley , y el ciclo de Carnot. Los biologos utilizan
terminos como filogenia , ontogenia , el ADN y las enzimas . Cada uno de estos
terminos es en realidad el titulo de un cuento! Los principios de un campo son en
realidad una serie de historias entrelazadas sobre la estructura y el comportamiento de
los elementos de campo .
-Peter J. Denning , EX PRESIDENTE DE LA ASOCIACION DE INFORMATICA
MAQUINARIA DE " GRANDES PRINCIPIOS DE INFORMATICA "
Es importante que construyamos modelos del cerebro en el nivel adecuado . Esto es,
por supuesto, es cierto para todos nuestros modelos cientificos . Aunque la quimica se
basa en la fisica y teoricamente podria ser derivado enteramente de la fisica , esto
seria dificil de manejar y no factible en la practica. Asi que la quimica utiliza sus
propias reglas y modelos. Debemos asi mismo, en teoria, ser capaz de deducir las
leyes de la termodinamica de la fisica , pero este es un proceso muy lejos de ser
sencillo. Una vez que tenemos un numero suficiente de particulas que llamar a algo
un gas en lugar de un monton de particulas , la solucion de ecuaciones para cada
interaccion de las particulas se vuelve impracticable , mientras que las leyes de la
termodinamica funcionan muy bien . Las interacciones de una sola molecula dentro
del gas son irremediablemente complejo e impredecible , pero el propio gas , que
comprende miles de millones de moleculas , tiene muchas propiedades predecibles .
Del mismo modo , la biologia , que tiene sus raices en la quimica , utiliza sus propios
modelos. A menudo no es necesaria para expresar los resultados de nivel superior con
las complejidades de la dinamica de los sistemas de nivel inferior ,

aunque hay que
entender a fondo el nivel mas bajo antes de pasar a la superior. Por ejemplo, podemos
controlar ciertas caracteristicas geneticas de un animal mediante la manipulacion de
su ADN fetal sin necesidad de entender todos los mecanismos bioquimicos de ADN ,
por no hablar de las interacciones de los atomos en la molecula de ADN .
A menudo, el nivel mas bajo es mas compleja. Una celula de islotes pancreaticos ,
por ejemplo , es enormemente complicado , en terminos de todas sus funciones
bioquimicas (la mayor parte de que se aplican a todas las celulas humanas , algunos a
todas las celulas biologicas) . Sin embargo, modelando lo que un pancreas no - con
sus millones de celulas - en terminos de regulacion de los niveles de insulina y las
enzimas digestivas , aunque no es simple , es considerablemente menos dificil que la
formulacion de un modelo detallado de un solo celulas de los islotes .
El mismo problema se aplica a los niveles de modelado y la comprension en el
cerebro , de la fisica de las reacciones sinapticas hasta las transformaciones de
informacion por grupos neuronales . En esas regiones del cerebro para los que hemos
tenido exito en el desarrollo de modelos detallados , nos encontramos con un
fenomeno similar al de la participacion de las celulas pancreaticas . Los modelos son
complejos, pero siguen siendo mas simple que las descripciones matematicas de una
sola celula o incluso una sola sinapsis . Como hemos comentado anteriormente , estos
modelos especificos de la region tambien requieren significativamente menos calculo
que esta teoricamente implicado por la capacidad computacional de todas las sinapsis
y celulas .
Gilles Laurent , del Instituto de Tecnologia de California, senala : "
En la mayoria de

los casos, el comportamiento colectivo de un sistema es muy dificil deducir a partir
del conocimiento de sus componentes .... [... Neurociencia es una ciencia de sistemas
en los cuales de primer orden y locales se necesitan esquemas explicativos pero no
suficiente " . Inverso – cerebro ingenieria procedera por el refinamiento de ambos y
de abajo hacia arriba los modelos y simulaciones de arriba a abajo iterativo , ya que
refinamos cada nivel de descripcion y modelado.
Hasta hace muy poco la neurociencia se caracteriza por modelos excesivamente
simplistas limitadas por la crudeza de nuestra percepcion y herramientas de escaneo.
Esto llevo a muchos observadores dudan de que nuestros procesos de pensamiento
eran intrinsecamente capaces de entenderse a si mismos . Peter D. Kramer escribe: "
Si la mente fuera bastante simple de entender para nosotros , seriamos demasiado
simples para entenderlo. " 50 Antes he citado comparacion de nuestro cerebro de
Douglas Hofstadter a la de una jirafa, cuya estructura es no es diferente de un cerebro
humano , pero que claramente no tiene la capacidad de entender sus propios metodos.
Sin embargo, el reciente exito en el desarrollo de modelos muy detallados en los
distintos niveles - desde los componentes neurales como sinapsis a las grandes
regiones neurales tales como el cerebelo - demostrar que la construccion de modelos
matematicos precisos de nuestro cerebro y luego simular estos modelos con el calculo
es una tarea dificil pero viable una vez que las capacidades de datos esten
disponibles. Aunque los modelos tienen una larga historia en la neurociencia , es solo
recientemente que se han convertido en lo suficientemente completa y detallada para
permitir simulaciones basadas en ellos para llevar a cabo como experimentos
cerebrales reales.

Modelos subneural : sinapsis y espinas

En un discurso ante la reunion anual de la American Psychological Association en
2002 , el psicologo y neurocientifico Joseph LeDoux, de la Universidad de Nueva
York dijo:

Si lo que somos es moldeada por lo que recordamos , y si la memoria no es una
funcion del cerebro , entonces sinapsis - las interfaces a traves del cual las neuronas
se comunican entre si y con las estructuras fisicas en las que los recuerdos estan
codificados , son las unidades fundamentales del ser .... las sinapsis son bastante
bajos en el totem de como esta organizado el cerebro, pero creo que son muy
importantes .... el yo es la suma de los subsistemas individuales del cerebro , cada una
con su propia forma de "memoria , " junto a las complejas interacciones entre los
subsistemas. Sin plasticidad sinaptica - la capacidad de las sinapsis para alterar la
facilidad con la que se transmiten senales de una neurona a otra - los cambios en los
sistemas que son necesarios para el aprendizaje serian impossible.[51]

Aunque a principios de modelado tratado la neurona como la unidad principal de la
transformacion de la informacion , la marea ha cambiado hacia destacando sus
componentes subcelulares . Neurocientifico computacional Anthony J. Bell, por
ejemplo, afirma :

Procesos moleculares y biofisicas controlan la sensibilidad de las neuronas a los picos
entrantes (tanto la eficiencia sinaptica y la capacidad de respuesta de post-sinaptica),
la excitabilidad de la neurona para producir picos , los patrones de picos 170 que
puede producir y la probabilidad de nuevas sinapsis que forman (recableado
dinamico) , a la lista solo cuatro de las interferencias mas obvias desde el nivel
subneural . Por otra parte , los efectos de volumen transneural tales

como los campos
electricos locales y la difusion transmembrana de oxido nitrico se han visto para
influir , receptivamente , actividad neuronal coherente , y el suministro de energia
(flujo sanguineo) a las celulas , el ultimo de los cuales se correlaciona directamente
con la actividad neuronal . La lista podria seguir . Creo que cualquiera que estudie
seriamente neuromoduladores , canales ionicos o mecanismo sinaptica y es honesto,
tendria que rechazar el nivel neuronal como un nivel de computacion separada , aun
cuando la encontraron de una utilidad descriptiva level.[52]
De hecho , una sinapsis cerebral real es mucho mas complejo de lo que se describe en
el clasico modelo de red neuronal McCulloch - Pitts . La respuesta sinaptica esta
influenciada por una variedad de factores , incluyendo la accion de multiples canales
controlados por una variedad de potenciales ionicos (tensiones) y multiples
neurotransmisores y neuromoduladores . Se ha avanzado considerablemente en los
ultimos veinte anos, sin embargo , en el desarrollo de las formulas matematicas que
subyacen en el comportamiento de las neuronas , dendritas , sinapsis , y la
representacion de la informacion en los trenes de espiga (pulsos por neuronas que se
han activado) . Peter Dayan y Larry Abbott han escrito recientemente un resumen de
las ecuaciones diferenciales no lineales existentes que describen una amplia gama de
conocimientos derivados de miles de modelos experimentales studies.[53] bien
fundamentadas existir para la biofisica de los cuerpos de neuronas , sinapsis , y la
accion de feedforward redes de neuronas , tales como las que se encuentran en la
retina y los nervios opticos , y muchas otras clases de neuronas .
La atencion a la forma en la sinapsis de empresa tiene sus raices en el trabajo pionero
de Hebb . Hebb se dirigio a la pregunta , .Como funciona la

memoria a corto plazo
(tambien llamado de trabajo) ? La region del cerebro asociada con la memoria a
corto plazo es la corteza prefrontal , aunque ahora nos damos cuenta de que las
diferentes formas de retencion de informacion a corto plazo, se han identificado en la
mayoria de los circuitos neuronales que han sido muy estudiados.
La mayor parte de la obra de Hebb se centro en los cambios en el estado de sinapsis
para reforzar o inhibir las senales recibidas y en el circuito de reverbero mas
controversial en la que las neuronas se disparan en un continuo loop.[54]
Otra teoria propuesta por Hebb es un cambio en el estado de una neurona es , una
funcion de memoria en el soma celular (cuerpo) que en si - . La evidencia
experimental apoya la posibilidad de que todos estos modelos . Clasica memoria
sinaptica de Hebb y la memoria de reverbero requieren un tiempo de retraso antes de
que la informacion registrada se puede utilizar . En experimentos in vivo muestran
que al menos en algunas regiones del cerebro no es una respuesta neuronal que es
demasiado rapido para ser representan dichos modelos de aprendizaje estandar , y por
lo tanto solo se podria lograr por los cambios inducidos por el aprendizaje en la
soma.[55]
Otra posibilidad no prevista directamente por Hebb son los cambios en tiempo real en
las conexiones neuronales propios . Los recientes resultados de exploracion muestran
un rapido crecimiento de los picos de las dendritas y sinapsis nuevas , por lo que este
debe ser considerado un mecanismo importante. Los experimentos han demostrado
tambien una rica variedad de comportamientos en el nivel sinaptico que van mas alla
de los modelos simples Hebbian aprendizaje. Las sinapsis pueden cambiar su estado
rapidamente , pero a continuacion, comenzar a decaer lentamente

con la estimulacion
continua , o de alguna falta de estimulacion , o muchos otros variations.[56]
Aunque los modelos contemporaneos son mucho mas complejos que los modelos de
sinapsis simples disenadas por Hebb , sus intuiciones han demostrado ser bastante
correcto. Ademas de la plasticidad sinaptica Hebb , los modelos actuales incluyen los
procesos globales que proporcionan una funcion reguladora . Por ejemplo , la escala
sinaptica mantiene potenciales sinapticos se convierta en cero (y por lo tanto no
poder ser aumentado a traves de metodos multiplicativos) o llegar a ser
excesivamente alto y dominando asi una red. En experimentos in vitro han
encontrado escala sinaptica en las redes cultivadas de neocortical , del hipocampo , y
de la medula espinal neurons.[57] Otros mecanismos son sensibles a la sincronizacion
global de pico y la distribucion de potencial a traves de muchas sinapsis . Las
simulaciones han demostrado la capacidad de estos mecanismos recientemente
descubiertos para mejorar el aprendizaje y la estabilidad de la red .
La novedad mas interesante en nuestra comprension de la sinapsis es que la topologia
de las sinapsis y las conexiones que se forman estan cambiando continuamente .
Nuestra primera mirada a los rapidos cambios en las conexiones sinapticas fue
revelado por un sistema de exploracion innovadora que requiere un animal
modificado geneticamente cuyas neuronas se han disenado para que emita una luz
verde fluorescente. El sistema puede viva imagen del tejido neural y tiene una
resolucion suficientemente alta para capturar no solo las dendritas (conexiones
interneuronales), pero las espinas: pequenas proyecciones que brotan de las dendritas
y sinapsis potenciales inician .
Neurobiologo Karel Svoboda y sus colegas en el Laboratorio de Cold

Spring Harbor
en Long Island utilizan el sistema de escaneado en ratones para investigar las redes
de neuronas que analizan la informacion de los bigotes , un estudio que proporciona
una vision fascinante de aprendizaje neural. Las dendritas crecen continuamente
nuevas espinas . La mayoria de ellos duro solo un dia o dos , pero de vez en cuando
una columna se mantendria estable. "Creemos que que la alta rotacion que vemos
podria desempenar un papel importante en la plasticidad neuronal , en que las espinas
que llegar a probar diferentes socios presinapticos en las neuronas vecinas " , dijo
Svoboda . " Si una conexion dada es favorable , es decir , lo que refleja una especie
deseable de modificar el cableado del cerebro , entonces estas sinapsis se estabilizan
y llegan a ser mas permanente. Pero la mayoria de estas sinapsis no van en la
direccion correcta , y se retraen . " 58
Otro fenomeno consistente que se ha observado es que las respuestas neuronales
disminuyen con el tiempo , si se repite un estimulo particular . Esta adaptacion le da
mayor prioridad a los nuevos patrones de estimulos. Un trabajo similar por el
neurobiologo Wen Biao Gan en la Escuela de la Universidad de Nueva York de la
medicina en las espinas neuronales en la corteza visual de ratones adultos muestran
que este mecanismo de la columna vertebral puede tener recuerdos a largo plazo : "
Digamos que un nino de 10 anos de edad, utiliza 1.000 conexiones para almacenar
una pieza de informacion . Cuando es de 80 , una cuarta parte de las conexiones
todavia estara alli , no importa como cambian las cosas . es por eso que todavia puede
recordar sus experiencias de la infancia " . Gan tambien explica : "Nuestra idea era
que en realidad no es necesario hacer muchas nuevas sinapsis y deshacerse de los

viejos cuando se aprende , memoriza . Solo tiene que modificar la fuerza de las
sinapsis ya existentes para el aprendizaje a corto plazo y la memoria. Sin embargo, es
probable que algunas sinapsis se hacen o eliminados para lograr la memoria a largo
plazo. " [59]
La razon recuerdos pueden permanecer intactos aunque tres cuartas partes de las
conexiones han desaparecido es que el metodo de codificacion utilizado parece tener
propiedades similares a las de un holograma . En un holograma , la informacion se
almacena en un patron difuso a lo largo de una extensa region . Si se destruye tres
cuartas partes del holograma , toda la imagen se mantiene intacto , aunque con solo
un cuarto de la resolucion . La investigacion realizada por Pentti Kanerva ,
neurocientifico de Redwood Instituto de Neurociencias , apoya la idea de que los
recuerdos se distribuyen de forma dinamica a lo largo de una region de las neuronas.
Esto explica por que persisten los recuerdos mas antiguos , pero sin embargo parecen
" desaparecer ", ya que su resolucion ha disminuido.

Modelos Neuron

Los investigadores tambien han descubierto que las neuronas especificas de realizar
tareas de reconocimiento especial . Un experimento con pollos identificados neuronas
del tallo cerebral que detectan retrasos particulares como sonidos llegan a los dos
ears.[60.] Diferentes neuronas responden a diferentes cantidades de retardo . Aunque
hay muchas irregularidades complejas en como estas neuronas (y las redes que se
basan en) trabajo, lo que realmente estan logrando es facil de describir y seria facil
de replicar . De acuerdo con la Universidad de California en San Diego
neurocientifico de Scott Makeig , " los resultados neurobiologicos recientes sugieren
un papel importante de las entradas neuronales sincronizadas

precisamente en el
aprendizaje y la memoria. " [61]

Las neuronas electrónicas .

Un reciente experimento de la Universidad de California en el Instituto de San Diego
para la Ciencia no lineal demuestra el potencial de las neuronas electronicas para
emular con precision los biologicos . Las neuronas (biologicos o no) son un buen
ejemplo de lo que se denomina computacion caotico.
Cada neurona actua de una manera esencialmente impredecible . Cuando toda una red
de neuronas recibe la entrada (del mundo exterior o de otras redes de neuronas) , la
senalizacion entre los que parece a primera vista ser frenetica y al azar. Con el tiempo
tipicamente una fraccion de un segundo o asi , la interaccion caotica de las neuronas
muere hacia abajo y un patron estable de coccion emerge . Este modelo representa la
"decision" de la red neuronal . Si la red neuronal esta realizando una tarea de
reconocimiento de patrones (y tales tareas constituyen el grueso de la actividad en el
cerebro humano) , el patron emergente representa el reconocimiento apropiado . .
Asi que la cuestion abordada por los investigadores de San Diego fue: .Podria
neuronas electronicas participar en esta danza caotica junto a los biologicos ? Se
conectan las neuronas artificiales con neuronas reales de langostas en una sola red , y
su red biologica - no biologico hibrido realizado de la misma manera (es decir,
interaccion caotica seguido por un patron emergente estable) y con el mismo tipo de
resultados como un todo neta biologica de las neuronas . Esencialmente , las neuronas
biologicas aceptan sus pares electronicos. Esto indica que el modelo matematico
caotica de estas neuronas era razonablemente exacta .

Plasticidad Cerebral

En 1861 neurocirujano frances Paul Broca correlacionada herido o afectado

quirurgicamente regiones del cerebro con ciertas habilidades perdidas , como la
motricidad fina o capacidad linguistica . Durante mas de un siglo, los cientificos
creian que estas regiones fueron programados para tareas especificas. A pesar de
ciertas areas del cerebro tienden a utilizarse para determinados tipos de habilidades ,
ahora entendemos que estas asignaciones se pueden cambiar en respuesta a la lesion
cerebral , como una apoplejia. En un estudio clasico 1965 , DH Hubel y TN Wiesel
mostraron que extensa y de largo alcance reorganizacion del cerebro podria tener
lugar despues de un dano en el sistema nervioso , como por ejemplo de un stroke.[62]
Por otra parte , la disposicion detallada de las conexiones y las sinapsis en una region
dada es un producto directo de como se utiliza ampliamente esa region . Como
escaneo cerebral ha alcanzado una resolucion suficientemente alta para detectar el
crecimiento dendritico-espina dorsal y la formacion de nuevas sinapsis, podemos ver
nuestro cerebro crecer y adaptarse para seguir literalmente nuestros pensamientos.
Esto le da nuevos matices a Descartes " Pienso, luego existo ".

En imágenes in vivo de las dendritas neuronales

Mostrando columna y la formacion de sinapsis

En un experimento llevado a cabo por Michael Merzenich y sus colegas de la
Universidad de California en San Francisco , comida monos se coloco en una
posicion tal que los animales tenian que manipular con destreza un dedo para
conseguirlo. Los escaneres cerebrales antes y despues de un crecimiento dramatico
puesto de manifiesto en las conexiones interneuronales y sinapsis en la region del
cerebro responsable de controlar que el dedo .
Edward Taub en la Universidad de Alabama estudio la region de la corteza
responsable de la evaluacion de la informacion tactil de los dedos . Comparando no

musicos a los jugadores experimentados de los instrumentos de cuerda , no encontro
diferencia en las regiones del cerebro dedicadas a los dedos de la mano derecha , pero
una gran diferencia para los dedos de la mano izquierda . Si sacamos una foto de las
manos sobre la base de la cantidad de tejido cerebral dedicada a analizar el tacto, los
dedos de los musicos en su mano izquierda (que se utilizan para controlar las
cuerdas) serian enormes . Aunque la diferencia fue mayor para aquellos musicos que
comenzaron la formacion musical con un instrumento de cuerda como los ninos ",
incluso si usted toma el violin a los 40 ", Taub , comento: " sigue recibiendo la
reorganizacion del cerebro . " 63
Un hallazgo similar proviene de la evaluacion de un programa de software,
desarrollado por Paula Tallal y Steve Miller en la Universidad de Rutgers , llamado
Fast For Word , que ayuda a los estudiantes con dislexia . El programa lee el texto a
los ninos , lo que frena fonemas staccato como "b " y "p ", basada en la observacion
de que muchos estudiantes dislexicos son incapaces de percibir estos sonidos cuando
se le habla rapidamente. Que le lean con esta forma modificada de expresion se ha
demostrado para ayudar a estos ninos a aprender a leer . Utilizando resonancia
magnetica funcional de exploracion John Gabrieli de la Universidad de Stanford
encontro que la region prefrontal izquierda del cerebro , un area asociada con el
procesamiento del lenguaje , de hecho habia crecido y se mostro una mayor actividad
en los estudiantes dislexicos utilizando el programa . Dice Tallal , " Usted crea su
cerebro desde la entrada te dan. "
Ni siquiera es necesario expresar los propios pensamientos en la accion fisica para
provocar que el cerebro reconfigurarse . Dr. Alvaro Pascual -Leone en la Universidad

de Harvard examino los cerebros de los voluntarios antes y despues de practicar un
ejercicio simple piano . La corteza motora cerebral de los voluntarios cambiado como
resultado directo de su practica . Luego habia un segundo grupo solo piensa en hacer
el ejercicio de piano, pero sin llegar a mover los musculos. Esto produjo un cambio
igualmente pronunciada en el motor - corteza network.[64]
FMRI estudios recientes de aprendizaje relaciones visuales y espaciales encontraron
que las conexiones de interneuronas pueden cambiar rapidamente durante el
transcurso de una sola sesion de aprendizaje . Los investigadores encontraron
cambios en las conexiones entre las celulas parietales - corteza posterior en lo que se
denomina la via " dorsal " (que contiene informacion sobre la ubicacion y las
propiedades espaciales de los estimulos visuales) y celulas de la corteza inferior -
temporal posterior en la via " ventral " (que contiene reconocio caracteristicas
invariantes de niveles de abstraccion distintos) ; [65] de manera significativa , que la
tasa de cambio era directamente proporcional a la tasa de learning.[66]
Investigadores de la Universidad de California en San Diego reportaron una idea
clave en la diferencia en la formacion de la memoria a corto plazo y largo plazo . El
uso de un metodo de escaneo de alta resolucion, los cientificos fueron capaces de ver
los cambios quimicos dentro de las sinapsis en el hipocampo , la region del cerebro
asociada con la formacion de largo plazo memories.[67] Descubrieron que cuando una
celula se vio estimulada en primer lugar, la actina, una sustancia neuroquimica , se
traslado hacia las neuronas a las que se conecta la sinapsis. Esto tambien estimulo la
actina en las celulas vecinas a alejarse de la celula activada . Estos cambios duro solo
unos pocos minutos , sin embargo . Si las estimulaciones se

repitieron
suficientemente, entonces un cambio mas significativo y permanente se llevo a cabo.
" Los cambios a corto plazo son solo una parte de la forma normal de las celulas
nerviosas se comuniquen entre si , " el autor principal Dijo Michael A. Colicos .
Los cambios a largo plazo en las neuronas se producen solo despues de que las
neuronas son estimuladas cuatro veces en el transcurso de una hora . La sinapsis en
realidad dividir y nuevas sinapsis se forman , produciendo un cambio permanente que
probablemente durara por el resto de su vida. La analogia con la memoria humana es
que cuando usted ve o escucha algo de una vez , puede pegarse en su mente durante
unos minutos . Si no es importante , se desvanece y se olvida que 10 minutos mas
tarde. Pero si usted ve o escucha de nuevo y esto sigue sucediendo en la proxima
hora, usted va a recordar por mucho mas tiempo . Y las cosas que se repiten muchas
veces puede ser recordado para toda la vida. Una vez que usted toma un axon y
formar dos nuevas conexiones , las conexiones son muy estables y no hay razon para
creer que van a desaparecer. Ese es el tipo de cambio se podria imaginar que dura
toda una vida .
"Es como una leccion de piano ", dice el co-autor y profesor de biologia Yukiko Goda
. " Si PLAYA partitura musical una y otra vez , que se arraiga en su memoria. " Del
mismo modo, en un articulo en Science neurocientificos S. y W. Lowel informe
Cantante haber encontrado evidencia de rapida formacion dinamica de nuevas
conexiones interneuronales en la corteza visual, que se describen con la frase de
Donald Hebb " .Que dispara juntos cables juntos. " [68]
Otra idea de la formacion de la memoria se informo en un estudio publicado en Cell .
Los investigadores encontraron que la proteina CPEB realmente

cambia su forma en
las sinapsis para grabar mernories.69 La sorpresa fue que CPEB lleva a cabo esta
funcion de memoria , mientras que en un estado de priones .
"Durante un tiempo hemos conocido un poco acerca de como funciona la memoria ,
pero hemos tenido un concepto claro de lo que el dispositivo de almacenamiento de
claves es ", dijo el co-autor y el Instituto Whitehead de Investigacion Biomedica
director Susan Lindquist . " Este estudio sugiere lo que podria ser , pero el dispositivo
de almacenamiento es una sugerencia tales sorprendente encontrar que una actividad
de prion - como puede estar implicado .... Es ... indica que los priones no son solo
excentricos de la naturaleza , pero pueden participar en procesos fundamentales " .
Como informe en el capitulo 3 , los ingenieros humanos tambien estan encontrando
los priones para ser un medio poderoso para la construccion de memorias electronicas
Los estudios de escaneo cerebral tambien son reveladoras mecanismos para inhibir
recuerdos innecesarios y no deseados , un hallazgo que podria satisfacer Sigmund
Freud.70 Usando fMRI , los cientificos de la Universidad de Stanford pidio a los
sujetos de estudio para tratar de olvidar la informacion que habian memorizado
anteriormente . Durante esta actividad , las regiones en la corteza frontal que se han
asociado con la represion de la memoria mostraron un alto nivel de actividad ,
mientras que el hipocampo , la region que normalmente se asocian con recordar , era
relativamente inactivo . Estos resultados " confirman la existencia de un proceso de
olvido activo y establecer un modelo neurobiologico para guiar la investigacion en
olvido motivado ", escribieron el profesor de psicologia de Stanford John Gabrieli y
sus colegas . Gabrieli tambien comento: " La gran noticia es que hemos demostrado

como los bloques del cerebro humano una memoria no deseado, que no es un
mecanismo de este tipo , y tiene una base biologica . Te pone mas alla de la
posibilidad de que no hay nada en el cerebro que suprimiria una memoria de que todo
era una ficcion mal entendido . "
Ademas de generar nuevas conexiones entre las neuronas , el cerebro tambien hace
que las nuevas neuronas a partir de celulas madre neurales , que se replican para
mantener un deposito de si mismos . En el curso de la reproduccion , algunas de las
celulas madre neurales se convierten en celulas " precursoras neuronales " , que a su
vez madura en dos tipos de celulas de soporte llamadas astrocitos y oligodendrocitos ,
asi como las neuronas . Las celulas se desarrollan mas a fondo en tipos especificos de
neuronas . Sin embargo , esta diferenciacion no puede realizarse a menos que las
celulas madre neurales se alejan de su fuente original en los ventriculos del cerebro .
Solo aproximadamente la mitad de las celulas neuronales realizar con exito el viaje ,
que es similar al proceso durante la gestacion y la primera infancia en el que solo una
parte de las neuronas en desarrollo de la temprana cerebrales sobrevivir . Los
cientificos esperan para eludir este proceso de migracion neuronal mediante la
inyeccion de celulas madre neurales directamente en las regiones de destino, asi
como para crear farmacos que promueven este proceso de neurogenesis (creacion de
nuevas neuronas) para reparar el dano cerebral de lesiones o disease.[71]
Un experimento realizado por investigadores de la genetica Fred Gage , G.
Kempermann y Henriette van Praag en el Salk Institute for Biological Studies
demostro que la neurogenesis es realmente estimulada por nuestra experiencia.
Mover a los ratones de una jaula sin interes esteril a un ser

estimulante
aproximadamente el doble que el numero de celulas que se dividen en su hipocampo
regions.[72]

Regiones de modelado del Cerebro

Lo mas probable es que el cerebro humano es , en su mayor parte , compuesto de un
gran numero de sistemas distribuidos relativamente pequenas , dispuestas por la
embriologia en una sociedad compleja que es controlado en parte (pero solo en parte)
por los sistemas simbolicos de serie, que se agregan mas tarde. Pero los sistemas
subsimbolicos que hacen casi todo el trabajo desde abajo deben , por su propio
caracter , bloquear todas las otras partes del cerebro de saber mucho acerca de como
funcionan. Y esto , a su vez , podria ayudar a explicar como la gente que tantas cosas
que aun tienen esas ideas incompletas sobre como se hacen las cosas en realidad .
– Marvin Minsky y Seymour DOCUMENTO [73]

El sentido comun no es una cosa simple. En cambio, es una inmensa sociedad de las
ideas - de practicas ha costado ganar multitud de reglas de vida aprendidas y
excepciones , disposiciones y tendencias , los saldos y los cheques.
- Marvin Minsky

Ademas de los nuevos conocimientos sobre la plasticidad de la organizacion de cada
region del cerebro , los investigadores estan creando rapidamente modelos detallados
de determinadas regiones del cerebro. Estos modelos neuromorficos y simulaciones
se quedan solo ligeramente por detras de la disponibilidad de la informacion en que
se basan. El rapido exito de convertir los datos detallados de los estudios de las
neuronas y los datos de interconexion de escaneo neural en modelos eficaces y
simulaciones de trabajo desmiente el escepticismo , a menudo senalado por nuestra
capacidad inherente de entender nuestro propio cerebro .

Modelado de la funcionalidad del cerebro humano sobre una base

no linealidad -por
no linealidad y sinapsis - por - sinapsis generalmente no es necesario . Las
simulaciones de las regiones que almacenan los recuerdos y habilidades en las
neuronas y conexiones (por ejemplo, el cerebelo) individuales no hacen uso de
modelos celulares detalladas. Incluso para estas regiones , sin embargo , las
simulaciones requieren mucho menos calculo que esta implicito en todos los
componentes neuronales . Este es el caso de la simulacion cerebelo se describe a
continuacion .
Aunque hay una gran cantidad de complejidad detallada y la no linealidad en las
partes subneural de cada neurona , asi como un patron de cableado caotico,
semialeatorias subyacente a los miles de millones de conexiones en el cerebro , se
han logrado avances significativos en los ultimos veinte anos en las matematicas de
modelar tales sistemas no lineales de adaptacion . Preservar la forma exacta de cada
dendrita y el " garabato " precisa de cada conexion interneuronal generalmente no es
necesario . Podemos entender los principios de funcionamiento de extensas regiones
del cerebro mediante el examen de su dinamica en el nivel de analisis apropiados.
Ya hemos tenido un exito significativo en la creacion de modelos y simulaciones de
extensas regiones del cerebro. La aplicacion de pruebas para estas simulaciones y la
comparacion de los datos a la obtenida a partir de experimentos psicofisicos en
cerebros humanos reales han producido resultados impresionantes . Dada la crudeza
relativa de nuestro analisis y deteccion de herramientas hasta la fecha , el exito en el
modelado, como lo demuestran las siguientes obras en curso, demuestra la capacidad
de extraer las ideas correctas de la masa de datos que se reunieron . Los siguientes

son solo algunos ejemplos de modelos exitosos de las regiones del cerebro , todas las
obras en curso.

Un modelo Neuromorphic : el cerebelo

Una pregunta que me examine en la era de las maquinas espirituales es: .como un
nino de diez anos de edad, logran atrapar un fly 74 Todo lo que un nino puede ver es
la trayectoria de la pelota de su posicion en el outfield ? . Para inferir en realidad la
trayectoria de la pelota en el espacio tridimensional requeriria la solucion de
ecuaciones diferenciales simultaneas dificiles . Necesitarian ecuaciones adicionales
que hay que resolver para predecir el curso futuro de la pelota, y mas ecuaciones para
traducir estos resultados en lo que se requeria de los propios movimientos del jugador
. .Como hace un joven jardinero de lograr todo esto en unos pocos segundos , sin
ordenador y sin formacion en las ecuaciones diferenciales ? Claramente , no es la
solucion de las ecuaciones de manera consciente , pero .como el cerebro soluciona el
problema?

Desde ASM fue publicado, se ha avanzado considerablemente en la comprension de
este proceso basico de formacion de habilidades . Como ya habia planteado la
hipotesis de que el problema no se resuelve con la construccion de un modelo mental
del movimiento tridimensional . Mas bien, el problema se contrae mediante la
traduccion directa de los movimientos observados de la bola en el movimiento
apropiado del jugador y los cambios en la configuracion de sus brazos y piernas.

Alexandre Pouget , de la Universidad de Rochester y Lawrence H. Snyder de la
Universidad de Washington han descrito matematicos " funciones de base " que
puede representar esta transformacion directa de movimiento percibido en el campo
visual de los movimientos necesarios de la muscles.75 Ademas , el

analisis de los
modelos desarrollados recientemente del funcionamiento del cerebelo demuestran
que nuestros circuitos neuronales del cerebelo son de hecho capaces de aprender y a
continuacion, la aplicacion de las funciones de base necesarias para poner en practica
estas transformaciones sensoriomotoras . Cuando nos involucramos en el proceso de
ensayo y error para aprender a realizar una tarea sensoriomotora , tales como la
captura de un elevado , estamos capacitando a los potenciales sinapticos de las
sinapsis del cerebelo para aprender las funciones de base correspondientes. El
cerebelo realiza dos tipos de transformaciones con estas funciones de base : al pasar
de un resultado deseado de una accion (llamados " modelos internos inversa ") y
pasar de un posible conjunto de acciones a un resultado esperado ("modelos internos
hacia adelante ") . Tomaso Poggio , ha senalado que la idea de funciones de base
puede describir los procesos de aprendizaje en el cerebro que van mas alla del motor
control.[76]
El beisbol del tamano de la region del cerebro con forma de frijol gris y blanco ,
llamado el cerebelo se encuentra en el tronco cerebral y comprende mas de la mitad
de las neuronas del cerebro . Ofrece una amplia gama de funciones criticas ,
incluyendo la coordinacion sensoriomotora , el equilibrio , el control de las tareas de
movimiento y la capacidad de anticipar los resultados de las acciones (la nuestra , asi
como los de otros objetos y personas) .[77] A pesar de su diversidad de funciones y
tareas , su organizacion sinaptica y celular es extremadamente coherente con la
participacion solo varios tipos de neuronas . Parece que hay un tipo especifico de
calculo que accomplishes.[78]
A pesar de la uniformidad de procesamiento de la informacion del

cerebelo , la
amplia gama de sus funciones se puede entender en terminos de la variedad de
entradas que recibe de la corteza cerebral (a traves de los nucleos del tronco cerebral
y luego a traves de celulas de las fibras musgosas del cerebelo) y de otra regiones
(particularmente en la region " oliva inferior " del cerebro a traves de las celulas de
fibra escalada del cerebelo) . El cerebelo es responsable de nuestra comprension de
la sincronizacion y la secuencia de las entradas sensoriales , asi como el control de
los movimientos fisicos.
El cerebelo es tambien un ejemplo de la forma considerable la capacidad del cerebro
supera en gran medida su genoma compacto . La mayor parte del genoma que se
dedica al cerebro describe la estructura detallada de cada tipo de celula neuronal
(incluyendo sus dendritas , espinas dorsales, y sinapsis) y como estas estructuras
responden a la estimulacion y el cambio . Relativamente poco codigo genomico es
responsable de la actual " cableado ". En el cerebelo , el metodo basico de cableado
se repite miles de millones de veces . Es claro que el genoma no proporciona
informacion especifica acerca de cada repeticion de esta estructura cerebelosa sino
mas bien especifica ciertas limitaciones en cuanto a como se repite esta estructura (al
igual que el genoma no especifica la ubicacion exacta de las celulas en otros
organos).

Cerebelo masivo repetida patrón de cableado

Algunos de los resultados del cerebelo ir a unos doscientos mil neuronas motoras alfa
que determinan las senales definitivas del cuerpo aproximadamente seiscientos
musculos. Las entradas a las motoneuronas alfa no especifican directamente los
movimientos de cada uno de estos musculos, pero estan codificados en un diseno mas

compacto , y sin embargo tan poco entendido , la moda. Las senales finales a los
musculos se determinan en los niveles inferiores del sistema nervioso ,
especificamente en el tronco cerebral y la medula cord.79 Curiosamente , esta
organizacion es llevado a un extremo en el pulpo , el sistema nervioso central de los
cuales aparentemente envia muy alto comandos de nivel a cada uno de sus brazos
(como " captar ese objeto y acercarla ") , dejando a un sistema nervioso periferico
independiente en cada brazo para llevar a cabo la mission.[80]
Mucho se ha aprendido en los ultimos anos sobre el papel de los tres tipos de nervios
principales del cerebelo . Las neuronas llamadas " fibras trepadoras " parecen
proporcionar senales para entrenar el cerebelo . La mayor parte de la salida del
cerebelo proviene de las grandes celulas de Purkinje (llamado asi por Johannes
Purkinje , que se identifico la celula en 1837) , cada uno de los cuales recibe
alrededor de doscientos mil entradas (sinapsis) , en comparacion con la media de
alrededor de un millar de un neurona tipica . Las entradas vienen en gran parte de las
celulas granulares , que son las neuronas mas pequenos , empaquetados alrededor de
seis millones por milimetro cuadrado . Estudios de la funcion del cerebelo durante el
aprendizaje de los movimientos de escritura a mano por los ninos muestran que las
celulas de Purkinje muestrean realmente la secuencia de movimientos, con cada uno
de ellos sensible a una especifica sample.81 Obviamente , el cerebelo requiere
orientacion perceptiva continua de la corteza visual . Los investigadores fueron
capaces de relacionar la estructura de las celulas del cerebelo a la observacion de que
existe una relacion inversa entre la curvatura y la velocidad al hacer la escritura , es
decir, se puede escribir mas rapido dibujando lineas rectas en vez

de curvas detalladas
para cada letra.

Universidad de Texas Cerebelo Modelo y Simulación

Estudios de celulas detalladas y estudios en animales nos han proporcionado
impresionantes descripciones matematicas de la fisiologia y la organizacion de las
sinapsis del cerebellurn,[82] asi como de la codificacion de la informacion en sus
entradas y salidas , asi como de las transformaciones perforrned.[83] Recopilando datos
de multiples estudios, Javier F. Medina , Michael D. Mauk , y sus colegas de la
Universidad de Texas Medical School disenaron una detallada simulacion de abajo
hacia arriba del cerebelo . Cuenta con mas de diez mil neuronas simuladas y
trescientos mil sinapsis , y que incluye todos los principales tipos de cerebelo cells.[84]
Las conexiones de las celulas y las sinapsis son determinados por un ordenador , que
la region del cerebelo simulado " cables " , siguiendo limitaciones y reglas , similares
al metodo estocastico (al azar dentro de las restricciones) que se utiliza para conectar
el cerebro humano real de su code.85 genetica no seria dificil para expandir la
Universidad de simulacion cerebelosa Texas para un mayor numero de sinapsis y
celulas.

Los investigadores de Texas aplicaron un experimento de aprendizaje clasico para su
simulacion y compararon los resultados de muchos experimentos similares en
condicionamiento humano real. En los estudios humanos , la tarea implicada asociar
un tono auditivo con un soplo de aire aplicada al parpado , que hace que el parpado
para cerrar . Si el soplo del aire y el tono se presentan juntos por 100-200 ensayos , el
sujeto aprende la asociacion y cerrar los ojos del sujeto en solo escuchar el tono. Si el
tono se le presenta muchas veces sin el soplo de aire, el sujeto aprende finalmente a

disociar los dos estimulos (de "extinguir " la respuesta) , por lo que el aprendizaje es
bidireccional. Despues de sintonizar una variedad de parametros , la simulacion
proporciona un ajuste razonable a los resultados experimentales sobre el
acondicionado del cerebelo humano y animal . Curiosamente, los investigadores
encontraron que si crearon lesiones cerebelosas simuladas
(mediante la eliminacion
de porciones de la red simulada del cerebelo), se consiguieron resultados similares a
los obtenidos en los experimentos en conejos que habian recibido real cerebelosa
lesions.[86]
A causa de la uniformidad de esta gran region del cerebro y la relativa simplicidad de
su cableado interneuronal , sus transformaciones de entrada-salida son relativamente
bien entendido , en comparacion con los de otras regiones del cerebro . Aunque las
ecuaciones pertinentes aun requieren refinamiento, esta simulacion ascendente ha
demostrado ser muy impresionante.

Otro ejemplo: Modelo de las regiones auditivas de Watts

Creo que la manera de crear una inteligencia del cerebro -como es la construccion de
un modelo de sistema de trabajo en tiempo real , precisa en detalle suficiente para
expresar la esencia de cada calculo que se esta realizando , y verificar su correcto
funcionamiento en contra de las medidas del sistema real . El modelo debe funcionar
en tiempo real, por lo que nos veremos obligados a hacer frente a las entradas de la
vida real incomodas y complejas que no podriamos pensar de otra manera de
presentar a la misma. El modelo debe funcionar con suficiente resolucion es
comparable al sistema real , por lo que construimos las intuiciones correctas sobre
que tipo de informacion se representa en cada etapa. Despues de Mead , 87 el
desarrollo del modelo se inicia necesariamente en los limites del

sistema (es decir ,
los sensores) donde el sistema real es bien entendida , y luego puede avanzar en las
regiones menos entendidos .... De esta manera , el modelo puede contribuir
fundamentalmente a nuestra comprension de avance del sistema, en lugar de limitarse
a reflejar la comprension actual . En el marco de esta gran complejidad , es posible
que la unica forma practica para entender el sistema real es construir un modelo de
trabajo , de los sensores hacia el interior , a partir de nuestra capacidad recien
habilitado para visualizar la complejidad del sistema a medida que avanzamos en ella.
Este enfoque podria ser llamada ingenieria inversa del cerebro .... Tenga en cuenta
que no estoy abogando por una copia ciega de estructuras cuya finalidad no
comprendemos , como el legendario Icaro que ingenuamente intento construir alas de
plumas y cera . Mas bien, yo estoy defendiendo que respetamos la complejidad y la
riqueza que ya esta bien entendido en niveles bajos, antes de proceder a niveles
superiores. - LLOYD WATTS88
Un ejemplo importante de modelado neuromorficos de una region del cerebro es la
replica completa de una parte significativa del sistema auditivo humano de
procesamiento desarrollada por Lloyd Watts y su colleagues.[89] Se basa en los estudios
neurobiologicos de tipos neuronales especificos, asi como en informacion sobre la
conexion interneuronal . El modelo , que tiene muchas de las mismas propiedades
que la audicion humana y puede localizar e identificar los sonidos , cuenta con cinco
caminos paralelos de procesamiento de la informacion auditiva e incluye las
representaciones intermedias reales de esta informacion en cada etapa de
procesamiento neural . Watts ha implementado su modelo como los programas

informaticos en tiempo real que , aunque es un trabajo en progreso, ilustra la
viabilidad de convertir modelos neurobiologicos y los datos de conexion del cerebro
en simulaciones de trabajo. El software no se basa en la reproduccion de cada
neurona individual y la conexion , como es el modelo de cerebelo se ha descrito
anteriormente , sino mas bien las transformaciones realizadas por cada region .
Software de Watts es capaz de hacer coincidir las complejidades que se han revelado
en los experimentos sutiles sobre la audicion humana y la discriminacion auditiva .
Watts ha utilizado su modelo como un preprocesador (front-end) en los sistemas de
reconocimiento de voz y ha demostrado su capacidad para seleccionar un altavoz de
los sonidos de fondo (el "efecto coctel ") . Esta es una hazana impresionante de la
que son capaces los humanos , pero hasta ahora no habia sido posible en automatico
de reconocimiento de voz systems.[90]
Al igual que el oido humano , modelo de coclea de Watts esta dotado de sensibilidad
espectral (oimos mejor a ciertas frecuencias) , las respuestas temporales (que son
sensibles a la sincronizacion de los sonidos , que crean la sensacion de su ubicacion
espacial) , el enmascaramiento , no lineal de amplitud dependiente de la frecuencia
compresion (que permite un mayor rango dinamico de la capacidad de oir ambos
sonidos altos y bajos), control de ganancia (amplificacion) , y otras caracteristicas
sutiles. Los resultados que obtiene son directamente verificables por los datos
biologicos y psicofisicos .
El siguiente segmento de la modelo es el nucleo coclear , que profesor de
neurociencia y neurobiologia Gordon M. Shepherd [91] Universidad de Yale ha descrito
como "una de las mejores regiones comprendidas en el cerebro . "
Simulacion del

nucleo coclear de [92] Watts se basa en el trabajo de E. Young que describe en detalle "
los tipos de celulas esenciales responsables de la deteccion de la energia espectral, los
transitorios de banda ancha , de ajuste fino de canales espectrales , la mejora de la
sensibilidad a la dotacion temporal de canales espectrales , y los bordes del espectro y
las muescas , toda ganancia mientras se ajusta la sensibilidad optima dentro el rango
dinamico limitado de la neural spiking code.[93]
El modelo de Watts captura muchos otros detalles, tales como la diferencia de tiempo
interaural (LTD) calculada por el medial superiores de oliva cells.[94] Tambien
representa la diferencia interauricular de nivel (ILD) calculado por las celulas
laterales superiores de oliva y normalizaciones y ajustes realizados por el coliculo
inferior cells.[95]

Ingeniería de la Human inversa cerebro :

Cinco auditivo paralelo Pathways[96]

El Sistema Visual

Hemos hecho suficientes progresos en la comprension de la codificacion de la
informacion visual que los implantes de retina experimentales se han desarrollado e
instalado quirurgicamente en patients.[97] Sin embargo , debido a la relativa
complejidad del sistema visual, la comprension del procesamiento de la informacion
visual esta por detras nuestro conocimiento de las regiones auditivas . Tenemos
modelos preliminares de las transformaciones realizadas por dos zonas visuales
(llamado VI y MT) , aunque no en el nivel de neurona individual . Hay otros treinta y
seis areas visuales , y tendra que ser capaz de analizar estas regiones mas profundas a
muy alta resolucion o colocar sensores precisos para conocer sus funciones.

Un pionero en la comprension de procesamiento visual del MIT Tomaso Poggio , que
se ha distinguido de sus dos tareas como la identificacion y

categorization.[98] El
primero es relativamente facil de entender , segun Poggio , y ya hemos disenado
sistemas experimentales y comerciales que son un exito razonable en la identificacion
de faces.[99] Estos se utilizan como parte de los sistemas de seguridad para controlar la
entrada de personal y en cajeros automaticos . Categorizacion - la capacidad de
diferenciar , por ejemplo, entre una persona y un coche o entre un perro y un catis una
cuestion mas compleja , aunque recientemente el progreso ha sido made.[100]
Los primeros capas (en terminos de evolucion) del sistema visual son en gran parte
un sistema de alimentacion directa (que carecen de retroalimentacion) en el que se
detectan caracteristicas cada vez mas sofisticados . Poggio y Maximiliano
Riesenhuber escriben que " las neuronas individuales en la corteza posterior
inferotemporal macacos pueden sintonizar a ... un diccionario de miles de formas
complejas. " La evidencia de que el reconocimiento visual utiliza un sistema de
alimentacion hacia delante durante el reconocimiento incluye MEG estudios que
muestran que el sistema visual humano toma alrededor de 150 milisegundos para
detectar un objeto . Esto coincide con la latencia de las celulas funcion de deteccion
en la corteza inferotemporal , por lo que no parece ser el momento para la
regeneracion de papel playa en estas primeras decisiones .
Experimentos recientes han utilizado un enfoque jerarquico en el que se detectan las
caracteristicas que se analiza por capas posteriores del system.[101] de estudios en
monos macacos , las neuronas en la corteza inferotemporal parecen responder a las
complejas caracteristicas de los objetos en los que se capacita a los animales.
Mientras que la mayoria de las neuronas responden unicamente a una vision

particular del objeto, algunos son capaces de responder independientemente de la
perspectiva. Otra investigacion en el sistema visual de la mono macaco incluye
estudios sobre muchos tipos especificos de celulas , los patrones de conectividad , y
las descripciones de alto nivel de informacion flow.[102]
Extensa literatura apoya el uso de lo que yo llamo " la hipotesis y prueba " en las
tareas de reconocimiento de patrones mas complejos . La corteza hace una suposicion
sobre lo que esta viendo y luego determina si las caracteristicas de lo que es en
realidad en el campo de vision coincide con su hypothesis.[103] A menudo estamos mas
enfocados en la hipotesis de que la prueba real , lo que explica por que la gente suele
ver y oir lo que esperan percibir en lugar de lo que realmente esta alli . " Hipotesis y
prueba " es tambien una estrategia util en nuestros sistemas de reconocimiento de
patrones basados en computadoras .
Aunque tenemos la ilusion de recibir imagenes de alta resolucion de nuestros ojos , lo
que el nervio optico envia realmente el cerebro es solo contornos y pistas sobre los
puntos de interes de nuestro campo visual. A continuacion, esencialmente alucinamos
el mundo de los recuerdos corticales que interpretan una serie de peliculas de muy
baja resolucion que llegan a canales paralelos . En un estudio de 2001 publicado en la
revista Nature , Frank S. Werblin , profesor de biologia molecular y celular de la
Universidad de California en Berkeley , y la estudiante de doctorado Boton Roska ,
MD, mostraron que el nervio optico lleva once y cincuenta canales de salida , cada
uno de los cuales lleva solo un minimo de informacion acerca de un determinado
scene.[104] un grupo de las llamadas celulas ganglionares envia informacion solo sobre
los bordes (los cambios de contraste) . Otra . grupo detecta solo las grandes areas de

color uniforme, mientras que un tercer grupo es sensible solo a los fondos detras de
las cifras de interes .

**Siete de las doce películas independientes que extrae el ojo de una escena y la
envía al cerebro.**

"A pesar de que pensamos que vemos el mundo tan completamente , lo que estamos
recibiendo es realmente solo sugerencias , bordes en el espacio y el tiempo", dice
Werblin . "Estas 12 fotografias del mundo constituyen toda la informacion que jamas
tendremos de lo que esta ahi fuera, y de estas 12 imagenes , que son tan escasos, se
reconstruye la riqueza del mundo visual. Soy curioso como la naturaleza
seleccionado estos 12 sencillos peliculas y como puede ser que sean suficientes para
proporcionarnos toda la informacion parece que necesitamos " . Tales hallazgos
prometen ser un gran avance en el desarrollo de un sistema artificial que podria
reemplazar el ojo , la retina y el procesamiento del nervio optico temprana .

En el capitulo 3 , mencione el trabajo pionero de la robotica Hans Moravec , que ha
sido la ingenieria inversa del procesamiento de imagenes realizado por la retina y las
regiones de procesamiento visual temprano en el cerebro. Por mas de treinta anos
Moravec ha estado construyendo sistemas de emular la capacidad de nuestro sistema
visual para construir representaciones del mundo . Solo ha sido recientemente que
suficiente potencia de procesamiento ha estado disponible en los microprocesadores
de replicar esta deteccion de caracteristicas de nivel humano y Moravec esta
aplicando sus simulaciones por ordenador para una nueva generacion de robots que
pueden navegar , entornos complejos planificados con un nivel humano de vision.[105]

Carver Mead ha sido pionero en el uso de chips neuronales especiales que utilizan

transistores en su modo analogico nativa , que pueden proporcionar la emulacion muy
eficiente de la naturaleza analogica de procesamiento neural. Mead ha demostrado un
chip que realiza las funciones de la retina y las transformaciones de los primeros en el
nervio optico utilizando este approach.[106]
Un tipo especial de reconocimiento visual es la deteccion de movimiento, una de las
areas prioritarias del Instituto Max Planck de Biologia en Tubingen, Alemania. El
modelo de investigacion basica es simple : comparar la senal en un receptor con una
senal retardada en el tiempo en el adyacente receptor.[107] Este modelo funciona para
ciertas velocidades , sino que conduce a la sorprendente resultado de que por encima
de una cierta velocidad , los aumentos en la que la velocidad de un objeto observado
disminuye la respuesta de este detector de movimiento . Los resultados
experimentales en animales (basado en el comportamiento y el analisis de I, salidas
neuronales) y humanos (en base a las percepciones reportadas) han acompanado de
cerca el modelo.

Obras en Ejecución : Un hipocampo artificial y una zona Olivocerebellar
Artificial

El hipocampo es vital para aprender nueva informacion y el almacenamiento a largo
plazo de los recuerdos. Ted Berger y sus colegas de la Universidad del Sur de
California asignan los patrones de senal de esta region mediante la estimulacion de
las rebanadas de hipocampo de rata con senales electricas millones de veces para
determinar que entrada produce una correspondiente output.108 Entonces
desarrollaron un modelo matematico en tiempo real de las transformaciones
realizadas por capas del hipocampo y programado el modelo en un plan de Su chip.
[109] es para probar el chip en los animales por primera desactivacion

de la region del
hipocampo correspondiente , teniendo en cuenta el fallo de la memoria resultante, y
luego determinar si la funcion mental que se puede restaurar mediante la instalacion
de su chip de hipocampo en lugar de la region discapacitados .
En ultima instancia , podria utilizarse este enfoque para reemplazar el hipocampo en
pacientes afectados por accidentes cerebrovasculares , epilepsia, o la enfermedad de
Alzheimer . El chip se encuentra en el craneo de un paciente , en lugar de en el
interior del cerebro , y podria comunicarse con el cerebro a traves de dos matrices de
electrodos , colocados a cada lado de la seccion del hipocampo danado . Se podria
registrar la actividad electrica que viene del resto del cerebro , mientras que el otro se
enviara las instrucciones necesarias al cerebro .
Otra region del cerebro que esta siendo modelado y simulacion es la region
olivocerebellar , que es responsable para el equilibrio y la coordinacion del
movimiento de las extremidades . El objetivo del grupo de investigacion
internacional que participa en este esfuerzo es aplicar su circuito olivocerebellar
artificial para robots militares, asi como a los robots que podrian ayudar a
discapacitados. [110] Una de las razones para la seleccion de esta region particular del
cerebro fue que "esta presente en todos los vertebrados - que es muy similar desde los
mas simples a los mas complejos cerebros " , explica Rodolfo Llinas , uno de los
investigadores y neurocientifico de la Escuela de Medicina de la Universidad de
Nueva York. " Se supone que se conserva [de la evolucion] porque encarna una
solucion muy inteligente. Dado que el sistema esta implicado en la coordinacion
motora y queremos tener una maquina con motor sofisticado de control , entonces la
eleccion [del circuito de imitar] fue facil " .

Uno de los aspectos unicos de su simulador es que utiliza circuitos analogicos . Al
igual que en el trabajo pionero de Mead en la emulacion analogica de las regiones del
cerebro , los investigadores encontraron sustancialmente mayor rendimiento con
muchos menos componentes mediante el uso de transistores en su modo analogico
nativo.
Uno de los investigadores del equipo, Ferdinando Mussa - Ivaldi , un neurocientifico
de la Universidad de Northwestern, comentarios sobre las aplicaciones de un circuito
olivocerebellar artificial para disminuidos: . " Piensa en un paciente paralizado Es
posible imaginar que muchos ordinaria tareas tales como obtener un vaso de agua ,
vestirse, desvestirse, la transferencia a una silla de ruedas , podria llevarse a cabo por
los asistentes roboticos , lo que proporciona al paciente con mas independencia " .

Descripción de las funciones de nivel superior : la imitación, la predicción y
Emoción

Operaciones de pensamiento son como las cargas de caballeria en una batalla - que
estan estrictamente limitadas en numero , requieren caballos de refresco , y solo se
deben hacer en los momentos decisivos . - Alfred North Whitehead
Sin embargo, la gran caracteristica de la inteligencia de nivel humano no es lo que
hace cuando funciona, pero lo que hace cuando esta atascado. - Marvin Minsky
Si el amor es la respuesta , .podria reformular la pregunta ? - Lily Tomlin
Debido a que se encuentra en la parte superior de la jerarquia de los nervios , la parte
del cerebro menos bien entendido es la corteza cerebral . Esta region , que consta de
seis capas delgadas en las zonas mas exteriores de los hemisferios cerebrales ,
contiene miles de millones de neuronas . Segun Thomas M. Bartol Jr. del Laboratorio
de Neurobiologia Computacional del Instituto Salk de Estudios

Biologicos , " un
milimetro cubico de la corteza cerebral puede contener del orden de 5 mil millones ...
sinapsis de diferentes formas y tamanos. " El cortex es responsable de la percepcion ,
planificacion , toma de decisiones y la mayor parte de lo que consideramos como el
pensamiento consciente.
Nuestra capacidad de usar el lenguaje , otro atributo exclusivo de nuestra especie,
parece estar ubicado en esta region. Una pista interesante sobre el origen del lenguaje
y de un cambio evolutivo fundamental que permitio la formacion de esta habilidad
distintiva es la observacion de que solo unos pocos primates , incluidos los seres
humanos y los monos, son capaces de utilizar un espejo (real) para dominar las
habilidades . Los teoricos Giacomo Rizzolatti y Michael Arbib plantearon la hipotesis
de que el lenguaje surgio de gestos manuales (que monos - y, por supuesto, los seres
humanos son capaces de -) . Realizacion de gestos manuales se requiere la capacidad
de correlacionar el rendimiento mental y la observacion de la propia movements.111
mano Su " hipotesis del sistema espejo " es que la clave de la evolucion del lenguaje
es una propiedad llamada "paridad ", que es el entendimiento de que el gesto (o
expresion) tiene el mismo significado para el partido haciendo el gesto como para la
parte que lo recibe , es decir, la comprension de que lo que se ve en el espejo es la
misma (aunque invertida de izquierda a derecha), como lo que se ve por alguien te
esta mirando . Otros animales son incapaces de entender la imagen en un espejo de
esta manera, y se cree que se estan perdiendo esta habilidad clave para implementar
la paridad.
Un concepto estrechamente relacionado es que la capacidad de imitar los
movimientos (o, en el caso de los bebes humanos , los sonidos

vocales) de los
demas es fundamental para el desarrollo de language.[112] imitacion requiere la
capacidad para descomponer una presentacion observado en partes, cada una de ellas
entonces puede ser dominado por el refinamiento recursivo e iterativo.
La recursividad es la capacidad clave identificados en una nueva teoria de la
competencia linguistica . En las primeras teorias del lenguaje en los seres humanos de
Noam Chomsky , cito muchos atributos comunes que dan cuenta de las similitudes en
las lenguas humanas . En un articulo de 2002 de Marc Hauser, Noam Chomsky , y
Tecumseh Fitch , los autores citan la unica atribucion de " recursividad " como la
contabilidad de la facultad del lenguaje unico de la species.[113] recursividad humana
es la capacidad de armar las piezas pequenas en una mas grande trozo , y luego usar
ese pedazo como parte de otra estructura y continuar con este proceso de forma
iterativa . De este modo , somos capaces de construir las estructuras complejas de
oraciones y parrafos de un conjunto limitado de palabras.
Otra caracteristica clave del cerebro humano es la capacidad de hacer predicciones ,
incluyendo predicciones sobre los resultados de sus propias decisiones y acciones.
Algunos cientificos creen que la prediccion es la funcion primaria de la corteza
cerebral , el cerebelo , aunque tambien juega un papel importante en la prediccion de
movimiento .
Curiosamente , somos capaces de predecir o anticipar nuestras propias decisiones .
Trabajo por el profesor Benjamin Libet fisiologia en la Universidad de California en
Davis muestra que la actividad neural para iniciar una accion realmente ocurre
alrededor de un tercio de segundo antes de que el cerebro ha tomado la decision de
tomar la accion. La consecuencia , segun Libet , es que la decision

es realmente una
ilusion, que " la conciencia esta fuera de onda ". El cientifico cognitivo y el filosofo
Daniel Dennett describe el fenomeno de la siguiente manera : " La accion se precipita
originalmente en alguna parte del cerebro , y de volar las senales a los musculos ,
haciendo una pausa en el camino para decirle , el agente consciente, lo que esta
pasando (pero como todos los buenos funcionarios que dejar que el presidente inepto,
mantener la ilusion de que lo inicio todo) .
Un experimento relacionado se llevo a cabo recientemente en el que neurofisiologos
estimulados electronicamente puntos en el cerebro para inducir particulares
sentimientos emocionales . Los sujetos de inmediato se le ocurrio una razon para
experimentar esas emociones. Se ha sabido por muchos anos que en pacientes cuyos
cerebros izquierdo y derecho ya no estan conectados , uno de los lados del cerebro
(por lo general la parte mas verbal izquierda) creara explicaciones elaboradas ("
confabulaciones ") para las acciones iniciadas por el otro lado , como si la izquierda
fuera el agente de relaciones publicas para el lado derecho .
La capacidad mas compleja del cerebro humano, lo que yo consideraria como su
vanguardia , es la inteligencia emocional. Sentado incomodamente en la parte
superior de la jerarquia compleja e interconectada de nuestro cerebro es nuestra
capacidad de percibir y responder adecuadamente a las emociones , para interactuar
en situaciones sociales, tener un sentido moral , para obtener la broma, y para
responder emocionalmente ante el arte y la musica, entre otras funciones de alto nivel
Obviamente , las funciones de bajo nivel de percepcion y analisis de alimentos en el
procesamiento emocional de nuestro cerebro , pero estamos empezando a entender
las regiones del cerebro e incluso para modelar los tipos especificos

de neuronas que
se ocupan de estas cuestiones.
Estos puntos de vista recientes han sido el resultado de nuestros intentos de
comprender como los cerebros humanos son diferentes de las de otros mamiferos . La
respuesta es que las diferencias son leves, pero critico, y ayudan a discernir como el
cerebro procesa las emociones y sentimientos relacionados. Una diferencia es que los
seres humanos tienen una corteza mas grande , lo que refleja nuestra capacidad mas
fuerte para la planificacion, la toma de decisiones , y otras formas de pensamiento
analitico . Otra caracteristica clave es que las situaciones de carga emocional parecen
ser manejado por celulas especiales llamadas celulas fusiformes , que se encuentran
solo en los seres humanos y grandes simios. Estas celulas neuronales son grandes,
con largos filamentos neurales llamadas dendritas apicales que conectan extensas
senales de muchas otras regiones del cerebro . Este tipo de interconexion "profundo" ,
en el que ciertas neuronas proporcionan conexiones a traves de numerosas regiones ,
es una caracteristica que se presenta cada vez mas a medida que avanzamos en la
escala evolutiva . No es sorprendente que las celulas fusiformes , que participan como
en el manejo de las emociones y el juicio moral , tendria esta forma de interconexion
profunda , dada la complejidad de nuestras reacciones emocionales.
Lo que es alarmante , sin embargo, es que pocos celulas fusiformes hay en esta
pequena region : solo alrededor de 80.000 en el cerebro humano (alrededor de 45.000
en el hemisferio derecho y 35.000 en el hemisferio izquierdo). Esta disparidad parece
dar cuenta de la percepcion de que la inteligencia emocional es la provincia del
hemisferio derecho del cerebro , a pesar de la desproporcion es modesto. Los gorilas

tienen alrededor de 16.000 de estas celulas , bonobos unos 2.100 y unos 1.800
chimpances . Otros mamiferos que carecen completamente .
husillo célula (diagrama rotulado)
Dr. Arthur Craig del Instituto Neurologico Barrow en Phoenix ha proporcionado
recientemente una descripcion de la arquitectura de los husillos cells.115 Entradas del
cuerpo (se estima en cientos de megabits por segundo) , incluyendo los nervios de la
piel, los musculos , los organos y otras areas , corriente en la medula espinal superior.
En ellas se recogen los mensajes sobre tacto, temperatura , niveles de acido (por
ejemplo , el acido lactico en los musculos) , el movimiento de los alimentos a traves
del tracto gastrointestinal , y muchos otros tipos de informacion. Estos datos se
procesan a traves del tronco cerebral y del cerebro medio . Celulas clave llamada
Lamina 1 neuronas crean un mapa del cuerpo que representa su estado actual, no a
diferencia de las pantallas utilizadas por los controladores aereos para rastrear
aviones.
La informacion que fluye a traves de una region de la tuerca grande llamada nucleo
ventromedial posterior (VMpo) , que al parecer calcula reacciones complejas a
estados corporales tales como " esto sabe terrible", " lo que es un hedor ", o " ese
toque de luz es estimulante. " La informacion cada vez mas sofisticados termina en
dos regiones de la corteza llamado el aislamiento . Estas estructuras , el tamano de los
dedos pequenos , se encuentran a la izquierda y lado derecho de la corteza . Craig
describe la VMpo y las dos regiones aisladores como " un sistema que representa el
material de mi.
Aunque los mecanismos no se entienden, estas regiones son fundamentales a la libre
conciencia y complicadas emociones. Tambien son mucho mas pequenos en otros

animales . Por ejemplo, el VMpo es aproximadamente del tamano de un grano de
arena en monos macacos y aun menor en los animales inferiores. Estos hallazgos son
consistentes con un creciente consenso de que nuestras emociones estan
estrechamente vinculados a las areas del cerebro que contienen los mapas del cuerpo ,
una vision promovida por el Dr. Antonio Damasio en la Universidad de Iowa.[116]
Tambien son consistentes con la idea de que un gran parte de nuestro pensamiento se
dirige a nuestros cuerpos : la proteccion y la mejora de los mismos, asi como la
atencion a sus necesidades y deseos innumerables.
Muy recientemente, otro nivel de procesamiento de lo que comenzo como la
informacion sensorial del cuerpo ha sido descubierto. Los datos de las dos regiones
insula pasa a una pequena area en la parte delantera de la insula derecha llamada
corteza frontoinsular . Esta es la region que contiene las celulas fusiformes y
exploraciones TMRI han revelado que es particularmente activa cuando una persona
esta tratando con las emociones de alto nivel , como el amor , la ira , la tristeza y el
deseo sexual. Situaciones que activan fuertemente las celulas fusiformes son cuando
una persona mira a su pareja romantica o escucha su llanto infantil.
Los antropologos creen que las celulas fusiformes hicieron su primera aparicion Hace
diez o quince millones anos en el ancestro comun , aun sin descubrir a los monos y
los primeros hominidos (la familia de los seres humanos) y en rapido aumento en el
numero de alrededor de cien mil anos atras . Curiosamente, las celulas fusiformes no
existen en los seres humanos recien nacidos , pero empiezan a aparecer solo en torno
a la edad de cuatro meses, y aumentar de manera significativa entre las edades de uno
a tres. Capacidad de los ninos para hacer frente a cuestiones morales y percibir

emociones tan alto nivel como el amor a desarrollar durante este mismo periodo de
tiempo .
Las celulas fusiformes obtienen su energia de la profunda interrelacion de sus
dendritas apicales largos con muchas otras regiones del cerebro. Las emociones de
alto nivel que el proceso de las celulas de vastago se ven afectados , en consecuencia,
por todas nuestras regiones perceptivas y cognitivas. Va a ser dificil , por lo tanto ,
realizar ingenieria inversa de los metodos exactos de las celulas fusiformes hasta que
tengamos mejores modelos de las muchas otras regiones a las que se conectan . Sin
embargo, es notable como pocas neuronas parecen estar involucrados exclusivamente
con estas emociones. Tenemos cincuenta mil millones de neuronas en el cerebelo que
tienen que ver con la formacion de habilidad, miles de millones en la corteza que
realizan las transformaciones para la percepcion y la planificacion racional, pero solo
alrededor de ochenta mil celulas fusiformes tratar con las emociones de alto nivel . Es
importante senalar que las celulas fusiformes no estan haciendo la resolucion de
problemas racional, razon por la cual no tenemos control racional sobre nuestras
respuestas a la musica o por enamorarse. El resto del cerebro esta muy ocupado , sin
embargo , al tratar de dar sentido a las emociones de alto nivel misteriosas.

Interfaz Cerebro y Máquinas

Quiero hacer algo con mi vida , quiero ser un cyborg. - **Kevin Warwick**

La comprension de los metodos del cerebro humano nos ayudara a disenar maquinas
inspiradas biologicamente similares. Otra aplicacion importante sera la interfaz en
realidad nuestro cerebro con las computadoras , que creo que se convertira en una
fusion cada vez mas intima en las proximas decadas .
Ya la Defense Advanced Research Projects Agency esta gastando $

24 millones al
ano en la investigacion de interfaces directas entre el cerebro y el ordenador. Como se
ha descrito anteriormente (vease la seccion " El Sistema Visual " en la p . 185) ,
Tomaso Poggio y James DiCarlo en el MIT , junto con Christof Koch en el Instituto
de Tecnologia de California (Caltech), estan tratando de desarrollar modelos de
reconocimiento visual objetos y como se codifica la informacion. Con el tiempo,
podria ser utilizado para transmitir imagenes directamente en el cerebro.
Miguel Nicolelis y sus colegas de la Universidad de Duke sensores implantados en el
cerebro de los monos , lo que permite a los animales para el control de un robot a
traves del pensamiento solo. El primer paso en el experimento implico la ensenanza
de los monos para controlar un cursor en una pantalla con una palanca de mando .
Los cientificos recogieron un patron de senales de EEG (sensores de cerebro) y,
posteriormente, causadas el cursor para responder a los patrones apropiados en lugar
de los movimientos fisicos de la palanca de mando . Los monos aprendieron
rapidamente que la palanca de mando ya no era operativo y que podian controlar el
cursor con solo pensar . Este sistema de " deteccion de pensamiento " fue entonces
conectado a un robot, y los monos fueron capaces de aprender a controlar los
movimientos del robot con solo sus pensamientos. Al obtener informacion visual
sobre el desempeno del robot, los monos fueron capaces de perfeccionar su control
del pensamiento sobre el robot. El objetivo de esta investigacion es proporcionar un
sistema similar para las personas paralizadas que les permitan controlar sus
extremidades y el medio ambiente.
Un desafio clave en la conexion de los implantes neuronales para neuronas biologicas

es que las neuronas generan celulas gliales , que rodean un objeto " exterior " , en un
intento para proteger el cerebro . Ted Berger y sus colegas estan desarrollando
recubrimientos especiales que parecen ser biologica y por lo tanto atraer mas que
repeler a las neuronas cercanas.
Otro enfoque que persigue el Instituto Max Planck de Ciencias Cognitivas y humana
del cerebro en Munich una operacion de interfaz directamente los nervios y los
dispositivos electronicos. Un chip creado por Infineon permite a las neuronas que
crecen en un sustrato especial que proporciona el contacto directo entre los nervios y
los sensores electronicos y estimuladores . Un trabajo similar en un " neurochip " en
Caltech ha demostrado de dos vias , la comunicacion no invasiva entre las neuronas y
electronics.[117]
Ya hemos aprendido como interactuar implantes neurales instalado quirurgicamente.
En cocleares (del oido interno) los implantes , se ha encontrado que el nervio
auditivo se reorganiza para interpretar correctamente la senal multicanal desde el
implante . Un proceso similar parece tener lugar con el implante de estimulacion
cerebral profunda se utiliza para los pacientes con Parkinson. Las neuronas biologicas
en las cercanias de este implante en el cerebro aprobado por la FDA reciben senales
desde el dispositivo electronico y responden al igual que si habian recibido las
senales de las neuronas biologicas que eran una vez funcional . Las versiones
recientes del implante Parkinson enfermedad ofrecen la posibilidad de descargar
software actualizado directamente al implante desde fuera del paciente.

El ritmo acelerado de la ingeniería inversa del cerebro

Homo sapiens , la primera especie verdaderamente libres , esta a punto de retirar la
seleccion natural , la fuerza que nos hizo .... [S] oon debemos

mirar profundamente
dentro de nosotros mismos y decidir lo que queremos llegar a ser.
-E. O. WILSON,
Consilience : la unidad del conocimiento , 1998
Sabemos lo que somos, pero no sabemos lo que podemos ser. -
WILLIAM
SHAKESPEARE
Lo mas importante es esto: Tobe posibilidad en todo momento de sacrificar lo que
somos por lo que podriamos llegar a ser . - CHARLES DUBOIS
Algunos observadores han expresado su preocupacion de que a medida que
desarrollamos modelos , simulaciones, y extensiones para el cerebro humano nos
arriesgamos a no comprender realmente lo que estamos jugando con y los delicados
equilibrios implicados . Autor W. French Anderson escribe:
Podemos ser como el chico que le gusta desarmar cosas . El es lo suficientemente
brillante como para desarmar un reloj, y tal vez incluso lo suficientemente brillante
como para llegar de nuevo juntos para que funcione . Pero lo que si trata de "mejorar
" que? ... El nino puede entender lo que es visible, pero no puede entender los
calculos de ingenieria precisas que determinan exactamente que tan fuerte cada
primavera debe ser .... Los intentos de su parte para mejorar la vigilancia
probablemente solo danaran ella .... me temo .. . nosotros, tambien, realmente no
entendemos lo que hace que los [vidas] estamos jugando con tick.[118]
La preocupacion de Anderson , sin embargo , no refleja el alcance del esfuerzo
amplio y minucioso de decenas de miles de cientificos del cerebro y la computadora
para probar metodicamente los limites y capacidades de los modelos y simulaciones
antes de llevarlos a la siguiente etapa. No estamos tratando de desmontar y volver a
configurar billones del cerebro de las partes sin un analisis detallado de cada etapa. El
proceso de la comprension de los principios de funcionamiento del

cerebro esta
llevando a cabo a traves de una serie de modelos cada vez mas sofisticados derivados
de los datos cada vez mas precisos y de alta resolucion .
A medida que la potencia de calculo para emular el cerebro humano enfoques
-estamos casi alli con superordenadores - los esfuerzos para escanear y detectar el
cerebro humano y para construir modelos de trabajo y simulaciones de que se estan
acelerando . Al igual que con cualquier otra proyeccion en este libro , es fundamental
para entender la naturaleza exponencial de los avances en este campo . Con
frecuencia me encuentro con colegas que sostienen que sera un siglo o mas antes de
que podamos entender en detalle los metodos del cerebro. Como con tantas
proyecciones cientificas a largo plazo , este se basa en una vision lineal del futuro e
ignora la aceleracion inherente de progreso, asi como el crecimiento exponencial de
cada tecnologia subyacente. Estos puntos de vista excesivamente conservadores
tambien se basan a menudo en una subestimacion de la amplitud de los logros
contemporaneos , incluso por los profesionales en el campo .
Analisis y herramientas de deteccion estan duplicando su resolucion espacial y
temporal global cada ano . Escaneo de ancho de banda , rendimiento, precio y
tiempos de reconstruccion de imagen tambien estan experimentando un crecimiento
exponencial comparable . Estas tendencias son validas para todas las formas de
exploracion : exploracion totalmente no invasiva , en la exploracion con un craneo
expuesto y analisis destructivo vivo. Bases de datos de informacion de escaneo
cerebral y la construccion de modelos tambien se duplica en tamano
aproximadamente una vez por ano .
Hemos demostrado que nuestra capacidad de construir modelos detallados y

simulaciones de trabajo de partes subcelulares, neuronas y extensas regiones neurales
sigue de cerca a la disponibilidad de las herramientas y los datos necesarios. El
rendimiento de las neuronas y las porciones subcelulares de las neuronas a menudo
implica complejidad sustancial y no linealidades numerosos , pero el rendimiento de
las agrupaciones neuronales y regiones neuronales es a menudo mas simple que sus
partes constituyentes . Tenemos cada vez mas potentes herramientas matematicas ,
implementado en el software de ordenador efectiva , que son capaces de modelar con
precision este tipo de complejo jerarquico , adaptativo , semialeatorias , autoorganizacion
, los sistemas altamente no lineales . Nuestro exito hasta la fecha en el
modelado de manera efectiva varias regiones importantes del cerebro muestra la
eficacia de este enfoque .
La generacion de herramientas ahora emergentes de exploracion sera por primera vez
proporcionar una resolucion espacial y temporal capaz de observar en tiempo real el
rendimiento de las dendritas individuales, espinas, y las sinapsis. Estas herramientas
daran lugar rapidamente a una nueva generacion de modelos de mayor resolucion y
simulaciones .
Una vez que la era nanobot llega a la decada de 2020 podremos observar todas las
funciones relevantes de desempeno neural de muy alta resolucion del interior del
cerebro mismo . Envio de miles de millones de nanobots a traves de sus capilares nos
permitira escanear toda una forma no invasiva del cerebro trabajando en tiempo real.
Ya hemos creado efectiva (aunque aun incompleto) modelos de extensas regiones del
cerebro con herramientas relativamente crudo de hoy. A los veinte anos, vamos a
tener por lo menos un millon de veces aumento en el poder computacional y

mejorado enormemente la resolucion de escaneo y ancho de banda . Asi que podemos
tener confianza en que tendremos la recopilacion de datos y herramientas
computacionales necesarios para la decada de 2020 para modelar y simular todo el
cerebro , lo que hara posible combinar los principios de funcionamiento de la
inteligencia humana con la formas de procesamiento inteligente de la informacion
que hemos derivadas de otra investigacion en IA . Tambien vamos a aprovechar la
fuerza inherente de maquinas para almacenar , recuperar y compartir rapidamente
grandes cantidades de informacion . Entonces estaremos en condiciones de aplicar
estas potentes sistemas hibridos en plataformas computacionales que superan con
creces la capacidad de la arquitectura relativamente fija en el cerebro humano.

La escalabilidad de la inteligencia humana .

En respuesta a la preocupacion de Hofstadter sobre si la inteligencia humana esta
justo por encima o por debajo del umbral necesario para la "auto-entendimiento", el
ritmo acelerado de la ingenieria inversa del cerebro deja claro que no hay limites para
nuestra capacidad de comprendernos a nosotros mismos , o cualquier otra cosa , para
el caso. La clave para la escalabilidad de la inteligencia humana es nuestra capacidad
para construir modelos de la realidad en nuestra mente. Estos modelos pueden ser
recursivas , lo que significa que un modelo puede incluir otros modelos , que pueden
incluir modelos todavia mas finas , sin limite . Por ejemplo , un modelo de una celula
biologica puede incluir modelos de el nucleo , ribosomas , y otros sistemas celulares .
A su vez , el modelo del ribosoma puede incluir modelos de sus componentes
submoleculares , y luego hacia abajo a los atomos y particulas subatomicas y las
fuerzas que lo componen .

Nuestra capacidad para comprender los sistemas complejos no es necesariamente
jerarquica. Un sistema complejo como una celula o el cerebro humano no puede
entenderse simplemente lo descomponen en subsistemas constitutivos y sus
componentes. Tenemos herramientas matematicas cada vez mas sofisticadas para
entender los sistemas que combinan el orden y el caos , y hay un monton de ambos en
una celula y en el cerebro y para la comprension de las complejas interacciones que
desafian desglose logico.
Nuestras computadoras , que a su vez se estan acelerando , han sido una herramienta
fundamental para que podamos manejar modelos cada vez mas complejos , que de
otro modo seria incapaz de imaginar a nuestro cerebro solo. Es evidente que la
preocupacion de Hofstadter seria correcto si nos limitamos solo a los modelos que
podemos tener en nuestra mente sin la tecnologia para que nos ayude . Para que
nuestra inteligencia es justo por encima del umbral necesario para entenderse a si
misma los resultados de nuestra capacidad nativa , junto con las herramientas de
nuestra propia creacion, para imaginar , mejorar , ampliar y modificar sutiles
-modelos abstractos - y cada vez mas de nuestras propias observaciones.

Carga del cerebro humano

Para llegar a ser un producto de la imaginacion de su ordenador.
- DAVID VICTOR DE TRANSCEND , godling GLOSARIO DE DEFINICION DE "
SUBIR "
Una aplicacion mas controversial que el analisis en el cerebro de entender - que el
escenario esta escaneando el cerebro para subirlo. Carga de un cerebro humano
significa escaneo de todos sus detalles mas importantes y, a continuacion
reinstantiating esos detalles en un sustrato computacional adecuadamente potente .

Este proceso se captura toda la personalidad de una persona , la memoria , las
habilidades y la historia.
Si realmente estamos capturando los procesos mentales de una persona en particular,
entonces la mente reinstantiated tendra un cuerpo, ya que gran parte de nuestro
pensamiento se dirige hacia las necesidades y deseos fisicos . Como voy a discutir en
el capitulo 5 , en el momento en que tenemos las herramientas para capturar y volver
a crear un cerebro humano con todas sus sutilezas , vamos a tener un monton de
opciones para los cuerpos vigesimo primer siglo , tanto para los seres humanos y los
seres humanos no biologicos biologicos que se acojan a las ampliaciones de nuestra
inteligencia. La version del cuerpo humano 2.0 incluira cuerpos virtuales en entornos
totalmente realistas virtuales , cuerpos fisicos basados en la nanotecnologia , entre
otros.
En el capitulo 3 discuti mis estimaciones para la memoria y los requisitos
computacionales para simular el cerebro humano. A pesar de que estima que 10^{16} cps
de computacion y 1013 bits de memoria son suficientes para emular los niveles
humanos de inteligencia, mis estimaciones de las necesidades de la carga fue mayor :
10^{19} cps y 10^{18} bits, respectivamente. La razon de las estimaciones mas altas es que
los inferiores se basan en los requisitos para volver a crear las regiones del cerebro en
los niveles humanos de rendimiento, mientras que las superiores se basan en la
captura de los datos mas destacados de cada uno de los aproximadamente 1011
neuronas y 1014 conexiones interneuronales . Una vez que la carga es factible, es
probable encontrar que las soluciones hibridas son adecuados. Por ejemplo,
probablemente encontrara que es suficiente para simular ciertas funciones de apoyo

basicos, como el procesamiento de senales de datos sensoriales de manera funcional (
mediante la conexion de modulos estandar) y la reserva de la captura de datos
subneuron solo para aquellas regiones que son realmente responsable de la
personalidad y las capacidades individuales . Sin embargo , vamos a utilizar nuestras
estimaciones mas altas para esta discusion.
Los recursos informaticos basicos (10^{19} cps y 10^{18} bits) estaran disponibles durante
mil dolares en a principios del decenio de 2030 , casi una decada mas tarde que los
recursos necesarios para la simulacion funcional. Los requisitos de analisis para subir
tambien mas dificil que para los " mas que" volver a crear los poderes generales de la
inteligencia humana. En teoria se podria subir un cerebro humano mediante la captura
de todos los datos necesarios sin necesidad de comprender el plan general del
cerebro. En la practica, sin embargo, esto es poco probable que funcione . La
comprension de los principios de funcionamiento del cerebro humano se revelan
detalles que son esenciales y que detalles estan destinados a ser desordenado .
Tenemos que saber , por ejemplo, que las moleculas de los neurotransmisores son
fundamentales , y si tenemos que capturar los niveles generales , la posicion y la
ubicacion , y / o la forma molecular. Como he dicho anteriormente, solo estamos
aprendiendo , por ejemplo, que es la posicion de las moleculas de actina y la forma de
las moleculas ePEB en la sinapsis que son clave para la memoria. No sera posible
confirmar que los detalles son cruciales sin haber confirmado nuestra comprension de
la teoria de la operacion . Esa confirmacion sera en forma de una simulacion
funcional de la inteligencia humana que supera la prueba de Turing , que creo que se
llevara a cabo por 2029.[119]

Para capturar este nivel de detalle se requiere escanear desde el cerebro utilizando
nanobots , el la tecnologia para la que estara disponible a finales de 2020 . Asi, a
principios del decenio de 2030 es un marco de tiempo razonable para el rendimiento
computacional , memoria y requisitos de escaneo cerebral de carga. Al igual que
cualquier otra tecnologia , que tomara algun refinamiento iterativo para perfeccionar
esta capacidad, por lo que el final de la decada de 2030 es una proyeccion
conservadora para cargar exito.
Cabe destacar que la personalidad y las habilidades de una persona no residen solo en
el cerebro , a pesar de que es su lugar principal . Nuestro sistema nervioso se extiende
por todo el cuerpo , y el sistema endocrino (hormonal) tiene una influencia, tambien.
La gran mayoria de la complejidad , sin embargo , reside en el cerebro , que es la
ubicacion de la mayor parte del sistema nervioso . El ancho de banda de la
informacion desde el sistema endocrino es muy bajo , debido a que el factor
determinante es los niveles generales de hormonas , no la ubicacion exacta de cada
molecula de la hormona .
La confirmacion de la carga hito sera en la forma de una "Ray Kurzweil " o " Jane
Smith " prueba de Turing , es decir, convencer a un juez humano que la re -creacion
subido es indistinguible de la persona concreta originales. En ese momento vamos a
enfrentar algunas complicaciones en la elaboracion de las reglas de cualquier prueba
de Turing . Puesto que la inteligencia no biologica se han pasado los anos originales
de la prueba de Turing antes (alrededor de 2029) , .debemos permitir que una no
biologica equivalente humano para ser un juez? .Que tal una mejora humana? Los
humanos no mejorados pueden llegar a ser cada vez mas dificil de encontrar. En

cualquier caso , sera un terreno resbaladizo para definir el reforzamiento, segun
muchos niveles diferentes de ampliacion inteligencia biologica estaran disponibles en
el momento en que tenemos subidas supuestos . Otra cuestion sera que los humanos
buscamos para cargar no se limitara a su inteligencia biologica. Sin embargo, la carga
de la parte no biologica de la inteligencia sera relativamente sencillo, ya que la
facilidad de copiar inteligencia computacional siempre ha representado una de las
fortalezas de las computadoras.
Una pregunta que surge es: .Con que rapidez que necesitamos para escanear el
sistema nervioso de una persona? Es evidente que no se puede hacer de forma
instantanea, e incluso si lo hicieramos proporcionar un nanobot para cada neurona, se
necesitaria mucho tiempo para reunir los datos. Por lo tanto, Se podria objetar que ya
que el estado de una persona esta cambiando durante los datos proceso de
recopilacion de la informacion de carga no refleja exactamente esa persona en un
instante en el tiempo , sino mas bien en un periodo de tiempo , aunque solo una
fraccion de second.120 Considere , sin embargo , que esta cuestion no se interfiera
con una carga de aprobar una " Jane Smith " prueba de Turing . Cuando nos
encontramos con unos a otros en el dia a dia , somos reconocidos como a nosotros
mismos a pesar de que puede haber sido dias o semanas desde el ultimo encuentro .
Si la carga es lo suficientemente precisa para volver a crear el estado de una persona
dentro de la cantidad de cambio natural que una persona sufre en una fraccion de
segundo, o incluso unos pocos minutos , que sera suficiente para cualquier objetivo
imaginable . Algunos observadores han interpretado la teoria de la relacion entre la
computacion cuantica y la conciencia (vease el capitulo 9) en el

sentido de que la
carga no es posible de Roger Penrose , porque " estado cuantico " de una persona
habra cambiado muchas veces durante el periodo de exploracion. Pero quiero senalar
que mi estado cuantico ha cambiado muchas veces en el tiempo que me llevo a
escribir esta frase, y yo todavia me considero la misma persona (y nadie parece estar
objetando) .
Ganador del Premio Nobel Gerald Edelman senala que hay una diferencia entre una
capacidad y una descripcion de esa capacidad. Una fotografia de una persona es
diferente de la persona a si misma , incluso si el " fotografia " es muy alta resolucion
y en tres dimensiones . Sin embargo , el concepto de carga va mas alla de la
exploracion de muy alta resolucion, que podemos considerar la "fotografia" de la
analogia de Edelman. El analisis no es necesario para capturar todos los detalles mas
importantes , pero tambien tiene que ser una instancia en un medio computacional de
trabajo que tiene las capacidades del original (aunque que las nuevas plataformas no
biologicos son seguro que sera mucho mas capaz) . Los detalles neuronales necesitan
interactuar entre si (y con el mundo exterior) de la misma manera que lo hacen en el
original. Una analogia comparable es la comparacion entre un programa de ordenador
que reside en un disco de computadora (una imagen estatica) y un programa que se
ejecuta activamente en un equipo adecuado (una entidad interaccion dinamica) .
Tanto la captura de datos y el reinstantiation de una entidad dinamica constituyen el
escenario de subida.
Tal vez la pregunta mas importante sera si o no un cerebro humano cargado es
realmente usted. Incluso si la carga pasa una prueba de Turing personalizado y se
considera indistinguible de la que , todavia se podria

razonablemente preguntarse si la
carga es la misma persona o una nueva persona. Despues de todo, la persona original
todavia puede existir. Te remito estas preguntas esenciales hasta el capitulo 7 .
En mi opinion, el elemento mas importante en la carga sera nuestra transferencia
gradual de la inteligencia , la personalidad y las habilidades a la parte no biologica de
nuestra inteligencia . Ya contamos con una gran variedad de implantes neuronales .
En la decada de 2020 vamos a utilizar nanobots para comenzar a aumentar nuestro
cerebro con la inteligencia no biologica , a partir de las funciones de "rutina" de
procesamiento sensorial y la memoria , de pasar a la formacion de habilidades ,
reconocimiento de patrones , y el analisis logico . Por la decada de 2030 la parte no
biologica de nuestra inteligencia predominara , y por la decada de 2040 , como senale
en el capitulo 3, la parte no biologica sera miles de millones de veces mas capaces.
Aunque es probable que retener la parte biologica durante un periodo de tiempo , se
convertira cada vez mas de la poca importancia. Asi que vamos a tener, de hecho
nosotros mismos subido , aunque gradualmente , nunca darse cuenta de la
transferencia. No habra "Ray viejo" y "nuevo Ray ," solo un Rayo cada vez mas
capaces . Aunque creo que la carga como en el escenario de exploracion y de
transferencia de repente se discute en esta seccion sera una caracteristica de nuestro
mundo futuro, es esta progresion gradual pero inexorable de pensamiento no
biologico muy superior que transformara profundamente la civilizacion humana .
SIGMUND FREUD : Cuando usted habla acerca de la ingenieria inversa del cerebro
humano, cuyo cerebro solo estas hablando ? El cerebro de un hombre? De una mujer?
De un nino ? El cerebro de un genio ? Una persona con retraso ? Un

" sabio idiota "?
Un talentoso artista ? Un asesino en serie?
RAY : En ultima instancia , estamos hablando de todo lo anterior . Hay principios
basicos de operacion que tenemos que entender como funcionan la inteligencia
humana y sus diversas capacidades constituyentes . Dada la plasticidad del cerebro
humano , nuestros pensamientos crean literalmente el cerebro a traves del
crecimiento de nuevas espinas , sinapsis , dendritas , e incluso neuronas. Como
resultado , parietal de Einstein lobulos - la region asocia con una imagen visual y
matematica pensamiento - se convirtio en gran medida enlarged.[121] Sin embargo, solo
hay tanto espacio en nuestros craneos , por lo que aunque Einstein tocaba musica no
era un musico de clase mundial. Picasso no escribio gran poesia, y asi sucesivamente.
Al volver a crear el cerebro humano , no vamos a estar limitados en nuestra
capacidad para desarrollar cada habilidad . No vamos a tener a un compromiso ' un
area a mejorar otra .
Tambien podemos obtener una perspectiva de las diferencias y la comprension de la
disfuncion humana. .Que salio mal con el asesino en serie? Hay , despues de todo ,
tienen algo que ver con el cerebro. Este tipo de comportamiento desastroso no es
claramente el resultado de la indigestion.
MOLLY 2004 : Sabes , no creo que es solo el cerebro que nacemos con esa cuenta de
nuestras diferencias. .Que pasa con nuestra lucha por la vida , y todas esas cosas que
estoy tratando de aprender?
RAY : Si , bueno, eso es parte del paradigma , tambien, .no es asi ? Tenemos cerebros
que pueden aprender , a partir de cuando aprendemos a caminar y hablar cuando se
estudia la quimica en la universidad.
Marvin Minsky : Es cierto que la educacion de nuestra IA sera una parte importante

del proceso , pero podemos automatizar mucho de eso y mucho acelerarlo . Ademas,
tenga en cuenta que cuando uno aprende algo AI , puede compartir rapidamente que
el conocimiento con muchos otros inhibidores de la aromatasa .
RAY : Tendran acceso a todo nuestro conocimiento en crecimiento exponencial en la
Web, que incluira , completa inmersion en realidad virtual ambientes habitables
donde pueden interactuar entre si y con los hombres biologicos que proyectarse en
estos ambientes.
SIGMUND : Estos inhibidores de la aromatasa no tienen cuerpos todavia. Como
ambos hemos senalado, las emociones humanas y gran parte de nuestro pensamiento
se dirigen a nuestro cuerpo y para la satisfaccion de sus necesidades sensuales y
sexuales .
RAY : .Quien dice que no tendran cuerpos? Como voy a discutir en la seccion 2.0
version cuerpo humano en el capitulo 6 , tendremos los medios para la creacion de
cuerpos parecidos a los humanos aun no biologicos , asi como los organismos
virtuales en la realidad virtual.
SIGMUND : Pero un cuerpo virtual no es un cuerpo real.
RAY : La palabra "virtual " es algo lamentable . Implica " no es real ", pero la
realidad sera que un cuerpo virtual es tan real como un cuerpo fisico de todas las
maneras que importan. Tenga en cuenta que el telefono es realidad virtual auditivo.
Nadie se siente que su voz en este entorno de realidad virtual no es una voz "real".
Con mi cuerpo fisico hoy en dia, no experimento directamente el toque de alguien en
mi brazo. Mi cerebro recibe senales procesadas iniciadas por las terminaciones
nerviosas en el brazo , que serpentean a traves de la medula espinal, a traves del
tronco cerebral, y hasta las regiones insula . Si mi cerebro o un AI de cerebro recibe
senales comparables tactil virtual de alguien sobre un brazo virtual,

no hay diferencia
discernible.
MARVIN : Tenga en cuenta que no todos los inhibidores de la aromatasa se necesita
el cuerpo humano .
RAY : En efecto . Como seres humanos, a pesar de cierta plasticidad , tanto a
nuestros cuerpos y cerebros tienen una arquitectura relativamente fija .
MOLLY 2004 : Si , se llama ser humano , algo que parece que tienen un problema
con .
RAY : La verdad es que a menudo tienen un problema con todas las limitaciones y de
mantenimiento que mi version 1.0 requiere el cuerpo , por no hablar de todas las
limitaciones de mi cerebro. Pero yo agradezco las alegrias del cuerpo humano. Mi
punto es que la IA puede y va a tener el equivalente de los cuerpos humanos en
entornos reales y virtuales de realidad . Como Marvin senala, sin embargo , que no se
limitan solo a esto.
MOLLY 2104: No es solo AIs que sera liberado de las limitaciones de la version
cuerpos 1.a . Los seres humanos de origen biologico tendran la misma libertad en
realidad tanto reales como virtuales
GEORGE 2048: Tenga en cuenta, no habra una distincion clara entre la IA y los seres
humanos .
MOLLY 2104 : Si , a excepcion de los MOSHs (sustrato Mayormente originales seres
humanos) , por supuesto .

CAPÍTULO CINCO

GNR Tres revoluciones superpuestas

Hay pocas cosas de las que la generacion actual es mas orgullosos de las maravillosas
mejoras que se estan produciendo en todo tipo de aparatos mecanicos diaria .... Pero
.que pasaria si la tecnologia continua evolucionando mucho mas rapido que el animal
y vegetal reinos ? .Seria desplazarnos en la supremacia de la tierra? Asi como el

reino vegetal se desarrollo lentamente desde el mineral, y que de igual manera el
animal sobrevino en el vegetal, por lo que ahora , en estos ultimos anos un nuevo
reino se ha originado , de la que hasta ahora solo hemos visto lo que un dia
considerarse los prototipos antediluvianos de la carrera .... Estamos dando todos los
dias [maquinas] mayor potencia y suministro de todo tipo de ingeniosos artilugios
que la auto -regulacion , el poder de accion automatica que sera para ellos lo que el
intelecto ha estado en el raza humana.
- SAMUEL BUTLER, 1863 (CUATRO ANOS DESPUES DE LA PUBLICACION
DE DARWIN ORIGEN DE LAS ESPECIES
.Quien sera el sucesor del hombre? A lo que la respuesta es : estamos creando
nosotros mismos nuestros propios sucesores . El hombre se convertira a la maquina lo
que el caballo y el perro son para el hombre , la conclusion de que es que las
maquinas son, o se estan convirtiendo , animado .
- SAMUEL BUTLER, 1863 CARTA , ≪Darwin entre las maquinas " [1]
La primera mitad del siglo XXI se caracterizara por tres revoluciones - en genetica ,
nanotecnologia y robotica superpuestas. Estos dara comienzo en lo que me he
referido antes como Epoch Five , el comienzo de la Singularidad . Estamos en las
primeras etapas de la revolucion "G " en la actualidad. Por comprension de la
informacion procesa la vida subyacente, estamos empezando a aprender a
reprogramar nuestra biologia para lograr la eliminacion virtual de las enfermedades,
dramatica expansion del potencial humano y la extension de vida radical. Hans
Moravec senala, sin embargo , que no importa cuanto exito nos ajustamos nuestra
biologia basada en el ADN, el ser humano seguira siendo " robots de segunda clase",
lo que significa que la biologia nunca sera capaz de igualar lo que seremos capaces de

disenar una vez que comprender plenamente los principios de la biologia operation.[2]
La revolucion de la "N " nos permitira redisenar y reconstruir la molecula por
molecula , nuestros cuerpos y cerebros y el mundo con el que nos relacionamos , que
va mucho mas alla de las limitaciones de la biologia. El mas poderoso de la
revolucion inminente es "R ": los robots a nivel humano con su inteligencia derivan
de nuestro propio , pero redisenado para superar con creces las capacidades humanas.
R representa la transformacion mas significativa , ya que la inteligencia es la "fuerza"
mas poderosa del universo. La inteligencia, si es lo suficientemente avanzada, es,
bueno, lo suficientemente inteligente como para prever y superar los obstaculos que
se interponen en su camino.
Mientras que cada revolucion va a resolver los problemas de las transformaciones
anteriores, tambien introducira nuevos peligros . T va a superar los viejos problemas
de la enfermedad y el envejecimiento , sino establecer el potencial de nuevos
bioingenieria amenazas virales. N Una vez se ha desarrollado plenamente , podremos
aplicarlo a protegernos de los peligros biologicos, pero que va a crear la posibilidad
de que sus propios peligros autorreplicantes , que sera mucho mas poderoso que
cualquier cosa biologica. Podemos protegernos de estas amenazas con totalmente
desarrollado R, pero lo que nos protegera de la inteligencia patologica que excede la
nuestra? Tengo una estrategia para hacer frente a estas cuestiones , que discuto en el
final del capitulo 8 . En este capitulo, sin embargo , vamos a examinar como la
Singularidad se desarrollara a traves de estas tres revoluciones superpuestas:G,N y R

Genética: La intersección de la Información y Biología

No se nos escapa que el apareamiento especifico que hemos postulado sugiere

inmediatamente un posible mecanismo de copia del material genetico. - James
Watson y Francis CRIC [3]
Despues de tres millones de anos de evolucion, tenemos ante nosotros el conjunto de
instrucciones que lleva cada uno de nosotros desde el huevo de una celula a traves de
la edad adulta hasta la tumba. -DR . ROBERT WATERSON , INTERNACIONALES
HUMAN secuencia del genoma CONSORTIU [4]
Detras de todas las maravillas de la vida y la miseria de la enfermedad son los
procesos de informacion , fundamentalmente programas de software, que son
sorprendentemente compacto. Todo el genoma humano es un codigo binario
secuencial que contiene solo alrededor de ochocientos millones de bytes de
informacion . Como mencione anteriormente , cuando se quitan sus despidos masivos
utilizando tecnicas de compresion convencionales , nos quedamos con solo treinta
hasta cien millones bytes , lo que equivale al tamano de un software promedio
contemporanea program.5 Este codigo se apoya en un conjunto de maquinas
bioquimicas que se traducen estas secuencias lineales
(unidimensionales) de ADN
"letras" en cadenas de bloques de construccion simples llamadas aminoacidos , que
son a su vez plegada en proteinas en tres dimensiones , que representan a todas las
criaturas que viven desde las bacterias hasta los seres humanos.
(Los virus ocupan un
nicho en el medio vivos y no vivos materia, sino tambien se componen de fragmentos
de ADN o ARN .) Esta maquinaria es esencialmente un replicador de escala
nanometrica auto-replicante que construye la jerarquia elaborada de estructuras y
sistemas cada vez mas complejos que una criatura viviente comprende .

Computadora de la vida

En las primeras etapas de la evolucion de la informacion fue

codificada en las
estructuras de las moleculas organicas cada vez mas complejas basadas en el
carbono . Despues de miles de millones de anos la biologia evoluciono su propio
ordenador para almacenar y manipular datos digitales basados en la molecula de
ADN. La estructura quimica de la molecula de ADN fue descrita por primera vez por
JD Watson y FHC Crick en 1953 como una doble helice que consiste en un par de
hilos de polynucleotides.6 terminamos de transcribir el codigo genetico a principios
de este siglo. Ahora estamos empezando a entender la quimica detallada de los
procesos de comunicacion y el control por el cual el ADN ordena la reproduccion a
traves de estas otras moleculas complejas y estructuras celulares como ARN
mensajero (ARNm) , ARN de transferencia (ARNt) y ribosomas.
En el nivel de almacenamiento de informacion el mecanismo es sorprendentemente
simple . Con el apoyo de una torsion esqueleto de azucar -fosfato , la molecula de
ADN contiene hasta varios millones de peldanos , cada uno de los cuales se codifican
con una letra dibujado a partir de un alfabeto de cuatro letras ; cada peldano es la
codificacion por lo tanto dos bits de datos digitales en un unidimensional codigo . El
alfabeto se compone de los cuatro pares de bases : adenina - timina , timina - adenina,
citosina - guanina , citosina y guanina - .
Enzimas especiales pueden copiar la informacion en cada peldano mediante la
division de cada par de bases y montaje de dos moleculas identicas de ADN por
rematching los pares de bases rotas . Otras enzimas realmente comprobar la validez
de la copia mediante la comprobacion de la integridad de la coincidencia de pares de
bases . Con estos pasos copiado y validacion , el sistema de procesamiento de datos
de quimica hace solo un error de diez mil millones de pares de

bases combinations.7
mayor redundancia y codigos de correccion de errores estan integrados en los propios
datos digitales , mutaciones tan significativos resultantes de pares de bases errores de
replicacion son raros . La mayoria de los errores resultantes de la tasa de uno en diez
mil millones de error resultados en el equivalente de un error de " paridad " , que
puede ser detectada y corregida por medio de otros niveles del sistema , incluyendo la
comparacion contra el cromosoma correspondiente , que puede evitar que la broca
correctos de causar cualquier significativa damage.8 la investigacion reciente ha
demostrado que el mecanismo genetico detecta este tipo de errores en la transcripcion
del cromosoma Y masculino , haciendo coincidir cada gen cromosoma Y en contra de
una copia en el mismo chromosome.9 una vez en mucho tiempo una error de
transcripcion resultara en un cambio beneficioso que la evolucion vendra a favor.
En un proceso llamado tecnicamente traduccion, otra serie de productos quimicos
puesto este programa digital, elaborada a la accion por la construccion de proteinas .
Se trata de las cadenas de proteinas que dan a cada celula su estructura , el
comportamiento y la inteligencia . Enzimas especiales desenrollan una region de
ADN para la construccion de una proteina en particular . Una hebra de ARNm se crea
copiando la secuencia expuesta de bases . El ARNm tiene esencialmente una copia de
una porcion de la secuencia de letras de ADN . El ARNm viaja fuera del nucleo y en
el cuerpo de la celula . El codigo de ARNm se leen entonces por una molecula de
ribosoma , lo que representa el jugador molecular central en el drama de la
reproduccion biologica . Una parte de los actos de ribosomas como una cabeza
grabadora , " leer " la secuencia de datos codificados en la

secuencia de bases del
ARNm. Las "letras" (bases) se agrupan en palabras de tres letras llamados codones ,
con un codon para cada uno de los posibles veinte aminoacidos , los bloques basicos
de construccion de la proteina . Un ribosoma lee los codones del ARNm y, a
continuacion , utilizando ARNt , ensambla una cadena de una proteina amino acido a
la vez.
(imagen de un ribosoma en la acción)
El paso final notable en este proceso es el plegamiento de la cadena unidimensional
de acido " beads" aminoacidos en una proteina en tres dimensiones . Simulacion de
este proceso aun no ha sido factible debido a la enorme complejidad de las fuerzas de
interaccion de todos los atomos que intervienen . Se espera que los superordenadores
programados para entrar en funcionamiento en la epoca de la publicacion de este
libro (2005) para tener la capacidad computacional para simular el plegamiento de
proteinas , asi como la interaccion de una proteina en tres dimensiones con otro .
El plegamiento de proteinas , junto con la division celular , es uno de los notables e
intrincada danza de la naturaleza en la creacion y re - creacion de la vida . Moleculas
" chaperonas " Especializados protegen y guian los hilos amino -acido , ya que
asumen sus configuraciones tridimensionales de proteinas precisas . Tanto como un
tercio de moleculas de proteina formadas se doblan correctamente. Estas proteinas
desfigurados debe ser inmediatamente destruidos o que rapidamente se acumulan , lo
que altera las funciones celulares en muchos niveles.
En circunstancias normales , tan pronto como se forma una proteina mal plegada , se
etiqueta por una molecula portadora , ubiquitina , y acompano a un proteosoma
especializada , donde se rompe hacia abajo en sus aminoacidos componentes para el

reciclaje de nuevo en (correctamente plegada) las proteinas. Como las celulas de
edad, sin embargo , que producen menos de la energia necesaria para el
funcionamiento optimo de este mecanismo . La acumulacion de estas proteinas
deformes agregan en particulas llamadas protofibrillas , que son sin embargo que la
base de los procesos de enfermedad que conducen a la enfermedad de Alzheimer y
otras afflictions.[10]
La capacidad de simular el vals en tres dimensiones de las interacciones a nivel
atomico se acelerara en gran medida nuestro conocimiento de como las secuencias de
control de ADN vida y la enfermedad. Entonces estaremos en condiciones de simular
rapidamente los medicamentos que intervienen en alguno de los pasos de este
proceso, acelerando asi el desarrollo de farmacos y la creacion de farmacos altamente
especificos que reduzcan al minimo los efectos secundarios no deseados .
Es el trabajo de las proteinas se reunieron para llevar a cabo las funciones de la celula
y por extension el organismo. Una molecula de hemoglobina , por ejemplo , que tiene
la tarea de llevar el oxigeno de los pulmones a los tejidos del cuerpo , se crea
500000000000000 veces cada segundo en el cuerpo humano . Con mas de quinientos
aminoacidos en cada molecula de hemoglobina , que llega a 1,5 ° 1.019 (quince
billones de billones) las operaciones de "leer " cada minuto por los ribosomas solo
para la fabricacion de la hemoglobina .
En cierto modo, el mecanismo bioquimico de la vida es muy compleja e intrincada .
Dicho de otro modo, es muy simple. Solo cuatro pares de bases ofrecen el
almacenamiento digital para toda la complejidad de la vida humana y el resto de la
vida tal como la conocemos . Los ribosomas construir cadenas de proteinas mediante

la agrupacion de los trios de pares de bases para seleccionar secuencias de solo veinte
aminoacidos. Los propios acidos de aminas son relativamente simple, que consiste en
un atomo de carbono con sus cuatro enlaces ligados a un atomo de hidrogeno , un
grupo amino (- NH2) , uno del grupo acido carboxilico (- COOH) , y un grupo
organico que es diferente para cada aminoacido acido . El grupo organico para la
alanina , por ejemplo , tiene solo cuatro atomos (CH3 -) para un total de trece
atomos . Uno de los aminoacidos mas complejas , arginina (que desempena un papel
vital en la salud de las celulas endoteliales en las arterias) tiene solo diecisiete
atomos en su grupo organico para un total de veintiseis atomos . Estos veinte
fragmentos moleculares simples son los bloques de construccion de al vida.
Las cadenas de proteinas a continuacion, el control de todo lo demas : la estructura de
las celulas oseas , la capacidad de las celulas musculares para flexionar y actuar en
concierto con otras celulas musculares, todas de las complejas interacciones
bioquimicas que tienen lugar en el torrente sanguineo , y , por supuesto , la estructura
y el funcionamiento de la brain.[11]

Diseñador de los Baby Boomers

Informacion suficiente que ya existe en la actualidad para frenar las enfermedades y
procesos de envejecimiento hasta el punto de que los baby boomers como yo, pueden
permanecer en buen estado de salud hasta que el florecimiento completo de la
revolucion de la biotecnologia , que en si es un puente hacia la revolucion de la
nanotecnologia (ver Recursos e Informacion de Contacto , p .489) . En Viaje
fantastico : Vivir lo suficiente para vivir para siempre , que me coautor con Terry
Grossman , MD , un experto lider en la longevidad , se discuten estos tres puentes a

la extension radical de la vida (el conocimiento de hoy en dia , la biotecnologia y la
nanotecnologia) 0,12 lo escribi alli: " mientras que algunos de mis contemporaneos
se pueden satisfacer a abrazar envejecer con gracia , como parte del ciclo de la vida,
que no es mi punto de vista . puede ser ' natural', pero yo no veo nada positivo en la
perdida de mi agilidad mental, agudeza sensorial , limberness fisica , el deseo sexual,
o cualquier otra habilidad humana . Considero que la enfermedad y la muerte a
cualquier edad como una calamidad , como problemas que hay que superar " .
Puente de uno supone la aplicacion de forma agresiva el conocimiento que ahora
poseemos para reducir drasticamente el envejecimiento y revertir los procesos de las
enfermedades mas importantes , tales como enfermedades del corazon , cancer ,
diabetes tipo 2, y los accidentes cerebrovasculares . Puede , en efecto, reprogramar su
bioquimica, porque tenemos el conocimiento hoy en dia, si se aplica de manera
agresiva , para superar la herencia genetica en la gran mayoria de los casos. " Es mas
que nada en sus genes " solo es cierto si se toma la actitud pasiva habitual hacia la
salud y el envejecimiento.
Mi propia historia es instructiva. Hace mas de veinte anos me diagnosticaron diabetes
tipo 2. El tratamiento convencional empeoro mi condicion , por lo que se acerco a
este desafio de salud desde mi perspectiva como un inventor. Me sumergi en la
literatura cientifica y se acerco con un programa unico que revirtio con exito la
diabetes . En 1993 escribi un libro de salud (La solucion de 10 % para una vida
saludable) de esta experiencia , y continuo hoy a estar libre de cualquier indicacion o
complicacion de esta enfermedad[13]
Ademas , cuando tenia veintidos anos, mi padre murio de enfermedad cardiaca a la

edad de cincuenta y ocho anos , y yo he heredado sus genes me predisponen a esta
enfermedad . Hace veinte anos , a pesar de seguir las directrices publicas de la
Asociacion Americana del Corazon, mi colesterol estaba en los altos 200s (debe estar
muy por debajo 180) , mi HDL (lipoproteina de alta densidad , el colesterol "bueno "
) por debajo de 30 (que debe estar por encima de 50) , y mi homocisteina (una
medida de la salud de un proceso bioquimico llamado metilacion) era un poco
saludable 11 (lo que deberia estar por debajo de 7,5) . Al seguir un programa de
longevidad que Grossman y yo desarrollamos , mi nivel de colesterol actual es 130 ,
mi HDL es 55 , mi homocisteina es 6,2 , mi proteina C - reactiva (una medida de la
inflamacion en el cuerpo) es un muy saludable 0,01 , y todos de mis otros indices
(para la enfermedad cardiaca , la diabetes y otras condiciones) se encuentran en
perfecto niveles.[14]
Cuando tenia cuarenta anos, mi edad biologica fue de alrededor de treinta y ocho.
Aunque estoy ahora cincuenta y seis , un ensayo completo de mi crianza biologica
(que mide diversas sensibilidades sensoriales , capacidad pulmonar , tiempos de
reaccion , la memoria y las pruebas relacionadas) realizado en la clinica longevidad
de Grossman mide mi edad biologica a los cuarenta . 15 A pesar de que todavia no
hay un consenso sobre la forma de medir la edad biologica , mis calificaciones en
estas pruebas coincidentes normas de la poblacion de esta edad. Asi , de acuerdo con
este conjunto de pruebas , no he envejecido mucho en los ultimos dieciseis anos, lo
que es confirmado por los numerosos analisis de sangre que tomo , asi como la forma
en que me siento.
Estos resultados no son accidentales , y he sido muy agresivo en cuanto a la

reprogramacion de mi bioquimica. Tomo 250 suplementos
(pildoras) al dia y reciben
una media docena de terapias intravenosas cada semana (basicamente los
suplementos alimenticios entregados directamente en mi torrente sanguineo ,
evitando asi mi tracto gastrointestinal) . Como resultado , las reacciones metabolicas
en el cuerpo son completamente diferentes de lo que serian de otra manera be.16
aborda como un ingeniero , mido docenas de niveles de nutrientes (como las
vitaminas , minerales y grasas) , hormonas y metabolicos - productos en mi sangre y
otras muestras corporales (tales como cabello y saliva) . En general, mi nivel es
donde yo quiero que sean , a pesar de que constantemente afinar mi programa basado
en la investigacion que llevo a cabo con Grossman.17 Aunque mi programa puede
parecer extremo , en realidad es conservadora y optima (basado en mi actual
conocimiento). Grossman y yo hemos investigado exhaustivamente cada uno de los
varios cientos de terapias que utilizo para la seguridad y la eficacia . Me mantengo
alejado de las ideas que no han sido probados o puedan constituir riesgo (el uso de la
hormona de crecimiento humano , por ejemplo).
Consideramos que el proceso de inversion y la superacion de la progresion de la
enfermedad peligrosa como una guerra . Como en cualquier guerra , es importante
movilizar todos los medios de inteligencia y armamento que se pueden aprovechar ,
tirando todo lo que tenemos al enemigo. Por eso abogamos por que los peligros -
como clave como enfermedades del corazon , cancer , diabetes , derrames cerebrales
y el envejecimiento ser atacados en multiples frentes . Por ejemplo, nuestra estrategia
para prevenir la enfermedad cardiaca es la adopcion de diez terapias para el corazon
de prevencion de enfermedades diferentes que atacan a cada uno

de los factores de
riesgo conocidos .
Con la adopcion de este tipo de estrategias multifaceticas para cada proceso de la
enfermedad , y cada proceso de envejecimiento, incluso los baby boomers como yo,
pueden permanecer en buen estado de salud hasta que el florecimiento completo de la
revolucion de la biotecnologia (que llamamos " puente de dos "), que ya se encuentra
en sus primeras etapas y alcanzara su pico en la segunda decada de este siglo .
Biotecnologia proporcionara los medios para cambiar realmente sus genes : no solo
los bebes de diseno seran factibles pero baby boomers de diseno. Tambien seremos
capaces de rejuvenecer todos los tejidos y organos de su cuerpo por la transformacion
de sus celulas de la piel en las versiones juveniles de cada tipo de celula. Ya, el
desarrollo de nuevos farmacos se dirige precisamente pasos clave en el proceso de la
aterosclerosis (la causa de la enfermedad del corazon), la formacion de tumores
cancerosos, y los procesos metabolicos que subyace en cada enfermedad importante y
el proceso de envejecimiento.

¿Podemos realmente vivir para siempre ?

Un defensor energico y perspicaz de detener el proceso de envejecimiento mediante
el cambio de los procesos de informacion biologia subyacente es Aubrey de Grey, un
cientifico en el Departamento de Genetica de la Universidad de Cambridge. De Grey
utiliza la metafora de mantener una casa. .Cuanto tiempo dura una casa pasada? La
respuesta , obviamente, depende de lo bien que cuidar de el . Si no hace nada , el
techo sera tener fugas en poco tiempo , el agua y los elementos se invaden , y,
finalmente, la casa se desintegrara . Pero si usted toma el cuidado de manera
proactiva de la estructura , la reparacion de todos los danos , enfrentar todos los

peligros , y reconstruir o renovar las piezas de vez en cuando con nuevos materiales y
tecnologias , la vida de la casa se puede esencialmente ser prorrogado
indefinidamente.
Lo mismo puede decirse de nuestros cuerpos y cerebros . La unica diferencia es que ,
si bien entendemos completamente los metodos que subyacen en el mantenimiento de
una casa , no entendemos todavia plenamente todos los principios biologicos de la
vida . Pero con el rapido aumento de la comprension de los procesos y los caminos de
la biologia bioquimica , estamos ganando rapidamente que el conocimiento . Estamos
empezando a entender el envejecimiento, no como una unica progresion inexorable ,
sino como un conjunto de procesos relacionados. Las estrategias estan surgiendo para
invertir a fondo cada una de estas progresiones de envejecimiento , el uso de
diferentes combinaciones de tecnicas de biotecnologia .
De Grey describe su objetivo como " senescencia insignificante ingenieria " - detener
el cuerpo y el cerebro se vuelva mas fragil y propensa a las enfermedades a medida
que crece older.18 Como el mismo explica : "Todos los conocimientos basicos
necesarios para desarrollar la senectud insignificante ingenieria ya esta en nuestra
posesion - que principalmente solo necesita ser reconstruido . " 19 de Grey cree que
vamos a demostrar " firmeza " rejuvenecidas ratones -ratones que son funcionalmente
mas joven que antes de ser tratada y con la extension de la vida para demostrarlo -
dentro de diez anos, y senala que este logro tendra un efecto dramatico en la opinion
publica . Demostrar que podemos revertir el proceso de envejecimiento en un animal
que comparte el 99 por ciento de nuestros genes sera profundamente desafiar la
sabiduria popular que el envejecimiento y la muerte son inevitables.
Una vez robusta

rejuvenecimiento se confirma en un animal , habra una enorme presion competitiva
para traducir estos resultados en terapias humanas , que deben aparecer cinco o diez
anos mas tarde.
El variado campo de la biotecnologia se alimenta de nuestro progreso acelerado en la
ingenieria inversa de la informacion de los procesos de la biologia subyacente y por
un creciente arsenal de herramientas que pueden modificar estos procesos. Por
ejemplo , el descubrimiento de medicamentos que una vez fue una cuestion de
encontrar sustancias que producen algun resultado beneficioso y sin efectos
secundarios excesivos . Este proceso fue similar a la herramienta de descubrimiento
de los primeros seres humanos ' , que se limita simplemente a encontrar las rocas y
otros implementos naturales que podrian ser utilizados para los propositos utiles. Hoy
nosotros estamos aprendiendo los caminos bioquimicos precisos que subyacen tanto a
la enfermedad y los procesos de envejecimiento y son capaces de disenar farmacos
para llevar a cabo misiones precisas en el nivel molecular. El alcance y la magnitud
de estos esfuerzos son muy amplias .
Otro metodo eficaz es comenzar con la informacion biologica columna vertebral : el
genoma. Con las tecnologias geneticas desarrolladas recientemente que estamos a
punto de ser capaz de controlar como los genes se expresan. La expresion genica es el
proceso por el cual los componentes celulares especificos (especificamente ARN y
los ribosomas) producen proteinas de acuerdo con un programa genetico especifico .
Mientras que cada celula humana tiene la dotacion completa de genes del organismo ,
una celula especifica , como una celula de la piel o una celula de los islotes
pancreaticos , obtiene las caracteristicas de un porcentaje muy pequeno de la

informacion genetica relevante para esa determinada celda type.20 El control
terapeutico de este proceso puede llevarse a cabo fuera del nucleo de la celula , por lo
que es mas facil de implementar que las terapias que requieren acceso a su interior.
La expresion genica esta controlada por peptidos (moleculas compuestas de
secuencias de hasta un centenar de aminoacidos) y las hebras cortas de ARN . Ahora
estamos empezando a aprender como estos procesos trabajo.21 Muchos tratamientos
nuevos actualmente en desarrollo y las pruebas se basan en la manipulacion de ellos,
ya sea para desactivar la expresion de genes causantes de enfermedades o para activar
genes deseables que de otra manera no pueden expresar en un un tipo particular de
celula.

ARNi (ARN de interferencia) .

Una nueva y poderosa herramienta llamada interferencia de ARN (RNAi) es capaz
de desactivar genes especificos mediante el bloqueo de su mRNA, lo que les impide
la creacion de proteinas . Dado que las enfermedades virales , cancer y muchas otras
enfermedades que utilizan la expresion genica en un momento crucial de su ciclo de
vida, esto promete ser una tecnologia innovadora . Los investigadores construyen
segmentos de ADN cortas , de doble cadena que coincidan y se bloquean sobre
porciones de los ARN que se transcribe a partir de un gen objetivo . Con su capacidad
para crear proteinas bloqueados , el gen se silencia efectivamente . En muchas
enfermedades geneticas solo una copia de un gen dado es defectuoso . Ya tenemos
dos copias de cada gen, uno de cada padre , bloqueando el gen causante de la
enfermedad deja un gen sano para hacer la proteina necesaria . Si ambos genes son
defectuosos , el ARNi puede silenciar a los dos, pero entonces un gen sano tendria

que ser inserted.[22]

Terapias de Célula .

Otra importante linea de ataque es para regenerar nuestras celulas, tejidos y organos , incluso enteros e introducirlos en nuestro cuerpo sin necesidad de cirugia . Una ventaja importante de esta " clonacion terapeutica" tecnica es que vamos a ser capaces de crear estos nuevos tejidos y organos de las versiones de nuestras celulas que tambien se han hecho mas joven a traves del campo emergente de la medicina de rejuvenecimiento . Por ejemplo , vamos a ser capaces de crear nuevas celulas del corazon a partir de celulas de la piel e introducirlos en el sistema a traves del torrente sanguineo. Con el tiempo, las celulas del corazon existentes seran reemplazadas por las nuevas celulas , y el resultado sera un corazon " joven " rejuvenecido fabricado con ADN propio de una persona. Discuto este enfoque para el recrecimiento nuestros cuerpos a continuacion.

Gene Chips .

Las nuevas terapias son solo una manera de que la creciente base de conocimientos de la expresion genica afectara dramaticamente nuestra salud. Desde la decada de 1990 , microarrays o chips del tamano de una moneda de diez centavos , se han utilizado para estudiar y comparar los patrones de expresion de miles de genes a la tiempo.[23] Las posibles aplicaciones de esta tecnologia son tan variados y las barreras tecnologicas se han reducido en gran medida por lo que enormes bases de datos estan ahora dedicados a los resultados de " do-it -yourself observacion de genes. " [24]

Perfil genético está siendo usada para:

• revolucionar los procesos de deteccion y descubrimiento de farmacos . Microarrays pueden " no solo confirmar el mecanismo de accion de un compuesto " pero " discriminar entre compuestos que actuan en diferentes pasos en la

misma via
metabolica . " [25]
• Mejorar las clasificaciones del cancer . Un estudio publicado en Science demostro
la viabilidad de los clasificacion de algunas leucemias " unicamente en observacion
de la expresion genica. " Los autores senalaron tambien a un caso en el que los
perfiles de expresion dio lugar a la correccion de un misdiagnosis.[26]
• Identificar los genes , celulas, y las vias involucradas en un proceso , como el
envejecimiento o la tumorigenesis. Para ejemplo , mediante la correlacion de la
presencia de leucemia mieloblastica aguda y aumento de la expresion de ciertos
genes implicados con la muerte celular programada , un estudio ayudo a identificar
nueva targets.[27] terapeutico
• Determinar la eficacia de una terapia innovadora . Un estudio recientemente
reportado en Bone miro el efecto de la sustitucion de la hormona del crecimiento
sobre la expresion de factores de crecimiento similar a la insulina (IGF) y el
metabolismo oseo markers.[28]
• Prueba de la toxicidad de los compuestos de los aditivos alimentarios , cosmeticos,
y productos industriales de forma rapida y sin el uso de animales . Estas pruebas
pueden mostrar , por ejemplo, el grado en que cada gen se ha encendido o apagado
por una prueba substance.[29]

Somática Gene Therapy

(terapia genica para las celulas no reproductivas) . Este es el santo grial de la
bioingenieria , que nos permitira cambiar efectivamente los genes dentro del nucleo
de " infectar " con nuevo ADN , esencialmente la creacion de nuevos genes.30 El
concepto de control de la composicion genetica de los seres humanos a menudo se
asocia con la idea de influir en las nuevas generaciones , en forma de " bebes de
diseno ". Pero la promesa real de la terapia genica es cambiar

nuestra realidad adulta
genes.[31] Estos pueden ser disenados para bloquear cualquier indeseables
enfermedades alentadores genes o introducir otras nuevas que frenar e incluso revertir
el proceso de envejecimiento .
Los estudios en animales que se iniciaron en la decada de 1970 y 1980 han sido
responsables de la produccion de una serie de animales transgenicos , tales como
vacas , gallinas , conejos y erizos de mar . Se llevaron a cabo los primeros intentos de
terapia genica en humanos en 1990. El reto consiste en transferir ADN terapeutico en
las celulas diana , que luego se exprese, en el nivel adecuado y en el momento
adecuado .
Considere el desafio que implica efectuar una transferencia de genes. Los virus son a
menudo el vehiculo de eleccion . Virus Hace mucho tiempo aprendieron a entregar su
material genetico a las celulas humanas y , por lo tanto, causa la enfermedad . Los
investigadores ahora simplemente cambiar el material se descarga un virus en las
celulas mediante la eliminacion de sus genes y la insercion de las terapeuticas .
Aunque el enfoque en si es relativamente facil, los genes son demasiado grandes para
pasar en muchos tipos de celulas (como las celulas del cerebro) . El proceso tambien
esta limitado en la longitud de ADN que puede llevar , y puede causar una respuesta
inmune . Y precisamente donde el nuevo ADN se integra en el ADN de la celula ha
sido una gran parte incontrolables process.[32]
Inyeccion fisica (microinyeccion) de ADN en las celulas es posible pero
prohibitivamente caro . Emocionantes avances se han hecho recientemente , sin
embargo , en otros medios de transferencia . Por ejemplo , las esferas de liposomas -
grasos con un nucleo acuoso - se puede utilizar como un " caballo de Troya molecular

" para administrar genes a las celulas del cerebro, abriendo asi la puerta al tratamiento
de trastornos tales como el Parkinson y epilepsy.[33] impulsos electricos tambien se
pueden emplear para ofrecer una gama de moleculas de proteinas (incluyendo
drogas , ARN y ADN) para cells.[34] otra opcion es empaquetar el ADN en " nanoballs
" ultratiny para maxima impact.[35]
El principal obstaculo que hay que superar para la terapia genica para ser aplicado en
los seres humanos es el posicionamiento correcto de un gen en una cadena de ADN y
el control de la expresion del gen . Una posible solucion es entregar un gen
informador de formacion de imagenes junto con el gen terapeutico . Las senales de
imagen permitirian una supervision tanto de la colocacion y el nivel de expression.[36]
Incluso frente a estos obstaculos terapia genica esta empezando a trabajar en
aplicaciones humanas . Un equipo dirigido por la Universidad de Glasgow
investigacion medico Andrew H. Baker ha utilizado con exito adenovirus de
"contagiar " organos especificos y regiones concretas , incluso dentro de organos. Por
ejemplo, el grupo fue capaz de dirigir la terapia genica precisamente en las celulas
endoteliales, que recubren el interior de los vasos sanguineos . Otro enfoque es
desarrollado por Celera Genomics , una compania fundada por Craig Venter (la
cabeza del esfuerzo privado a transcribir el genoma humano). Celera ya ha
demostrado su capacidad para crear virus sinteticos a partir de la informacion
genetica y los planes para aplicar estos virus biodesigned al gen therapy.[37]
Una de las empresas que ayudan a dirigir, United Therapeutics , ha comenzado los
ensayos en humanos de la entrega de ADN en las celulas a traves del nuevo
mecanismo de las celulas madre autologas (del propio paciente) ,

que son
capturados de algunos viales de la sangre. ADN que dirige el crecimiento de nuevos
vasos sanguineos pulmonares se inserta en los genes de las celulas madre , y las
celulas se reinyectan en el paciente . Cuando las celulas madre geneticamente
modificadas alcanzan los diminutos vasos sanguineos pulmonares cerca de los
alveolos del pulmon , comienzan a expresar factores de crecimiento de nuevos vasos
sanguineos . En estudios con animales se ha invertido de forma segura este
hipertension pulmonar, una enfermedad fatal y actualmente incurable. Basado en el
exito y la seguridad de estos estudios , el gobierno canadiense le dio permiso para que
las pruebas en humanos para comenzar a principios de 2005 .

Reversión de la Enfermedad Degenerativa

Degenerativa (progresivo) enfermedades - enfermedades del corazon , derrame
cerebral , cancer , diabetes tipo 2 , enfermedades del higado y rinon - representan
alrededor del 90 por ciento de las muertes en nuestra sociedad. Nuestra comprension
de los principales componentes de las enfermedades degenerativas y el
envejecimiento humano esta creciendo rapidamente, y las estrategias han sido
identificados para detener e incluso revertir cada uno de estos procesos. En viaje
fantastico , Grossman y que describen una amplia gama de terapias de ahora en la
tuberia de prueba que ya han demostrado resultados significativos en el ataque a los
pasos bioquimicos clave que subyacen el progreso de tales enfermedades .

Lucha contra la enfermedad cardiaca . Como uno de los muchos ejemplos , la
investigacion emocionante se esta realizando con una forma sintetica de colesterol
HDL llamado Apo -AI Milano recombinante (AAIM) . En los ensayos con animales
AAIM fue responsable de una regresion rapida y dramatica de

aterosclerotica
plaque.38 En un ensayo de fase 1 la FDA , que incluia cuarenta y siete sujetos
humanos , la administracion por infusion intravenosa AAIM dado lugar a una
reduccion significativa (un promedio de 4,2 por ciento de disminucion) en la placa
despues de solo cinco tratamientos semanales . Ningun otro farmaco ha demostrado
nunca la capacidad de reducir la aterosclerosis este quickly.[39]
Otra droga muy emocionante para revertir la aterosclerosis ya en fase 3 ensayos de la
FDA es de Pfizer Torcetrapib.[40]
Este medicamento aumenta los niveles de HDL mediante el bloqueo de una enzima
que normalmente descompone . Pfizer esta gastando una cifra record de un billon de
dolares para poner a prueba el medicamento y planes para combinar con su droga de
mayor venta " estatinas " (reducir el colesterol) , Lipitor .

La superación del cáncer .

Muchas estrategias estan llevando a cabo intensamente para superar el cancer.
Especialmente prometedoras son vacunas contra el cancer disenadas para estimular el
sistema inmunologico para atacar las celulas cancerosas. Estas vacunas podrian
utilizarse como profilaxis para prevenir el cancer , como un tratamiento de primera
linea , o para limpiar las celulas cancerosas despues de otra treatments.[41]
Los primeros intentos reportados para activar la respuesta inmune del paciente se
llevaron a cabo hace mas de cien anos , con poco success.[42] mas recientes esfuerzos
se centran en el fomento de las celulas dendriticas, los centinelas del sistema inmune ,
para desencadenar una respuesta inmune normal. Muchas formas de cancer tienen la
oportunidad de proliferar porque de alguna manera no desencadenan esa respuesta.
Las celulas dendriticas papel clave playa , ya que deambulan por el cuerpo , recogida
de peptidos extranos y fragmentos de celulas y su entrega a los

ganglios linfaticos,
que producen en respuesta a un ejercito de celulas T cebadas para eliminar los
peptidos marcados .
Algunos investigadores estan alterando los genes de las celulas del cancer para atraer
a las celulas T, con la hipotesis de que las celulas T estimuladas serian entonces
reconocer otras celulas de cancer que encounter.[43] Otros estan experimentando con
las vacunas para la exposicion de las celulas dendriticas a los antigenos , proteinas
unicas que se encuentran en las superficies de las celulas cancerosas . Un grupo
utiliza pulsos electricos para fusionar las celulas tumorales e inmune a crear una "
vacuna individualizada . " [44]
Uno de los obstaculos para el desarrollo de vacunas eficaces es que en la actualidad
todavia no hemos identificado muchos de los antigenos del cancer que necesitamos
para desarrollar potentes dirigida vaccines.[45]
El bloqueo de la angiogenesis , la creacion de nuevos vasos sanguineos, es otra
estrategia . Este proceso utiliza medicamentos para desalentar el desarrollo de los
vasos sanguineos , que un cancer emergente necesita para crecer mas alla de un
tamano pequeno . El interes en la angiogenesis se ha disparado desde 1997 , cuando
los medicos del Centro de Cancer Dana Farber de Boston informaron que los ciclos
repetidos de endostatina , un inhibidor de la angiogenesis , habian dado lugar a la
regresion completa de tumors.46 Ahora hay muchos farmacos antiangiogenicos en los
ensayos clinicos, incluyendo avastin y atrasentan.[47]
Una cuestion clave para el cancer , asi como para el envejecimiento de
preocupaciones "beads " , los telomeros se repiten secuencias de ADN que se
encuentran en el extremo de los cromosomas . Cada vez que una celula se reproduce ,
una perla cae. Una vez que una celula ha reproducido hasta el

punto de que todas sus
cuentas de los telomeros se han gastado , que la celula ya no es capaz de dividirse y
moriran . Si pudieramos revertir este proceso , las celulas pueden sobrevivir
indefinidamente . Afortunadamente, la investigacion reciente ha encontrado que solo
se necesita una sola enzima (telomerasa) para lograr this.48 La parte dificil es la
administracion de la telomerasa de tal manera que no puedan causar cancer. Las
celulas cancerosas poseen un gen que produce la telomerasa , lo que les permite
efectivamente para convertirse en inmortales mediante la reproduccion de forma
indefinida . Una estrategia clave para combatir el cancer , por lo tanto , implica el
bloqueo de la capacidad de las celulas cancerosas para generar la telomerasa . Esto
puede parecer contradictorio con la idea de extender los telomeros en las celulas
normales para combatir esta fuente de envejecimiento, pero atacando a la telomerasa
de las celulas cancerosas en un tumor incipiente que podria hacerse sin comprometer
necesariamente una terapia telomeros se extiende ordenado para las celulas normales.
Sin embargo , para evitar complicaciones , tales terapias podrian ser detenidos
durante un periodo de terapia del cancer .

Revertir el Envejecimiento

Es logico suponer que a principios de la evolucion de nuestra especie (y precursores
de nuestra especie) la supervivencia no habria sido ayudado de hecho, habria sido
comprometida por las personas que viven mucho mas alla de sus anos de crianza .
Investigaciones recientes , sin embargo , apoya la llamada hipotesis de la abuela , lo
que sugiere una contraefecto . Universidad de Michigan antropologa Rachel Caspari
y la Universidad de California en San- Hee Lee de Riverside encontraron evidencia
de que la proporcion de personas que viven a convertirse en

abuelos (que en las
sociedades primitivas eran a menudo tan solo treinta) aumento de forma constante
durante los ultimos dos millones de anos, con un aumento de cinco veces ocurre en la
era del Paleolitico Superior (hace unos treinta mil anos) . Esta investigacion ha sido
citado para apoyar la hipotesis de que la supervivencia de las sociedades humanas se
vio favorecido por las abuelas , que no solo ayudo a elevar las familias extensas, pero
tambien transmite la sabiduria acumulada de los ancianos . Estos efectos pueden ser
una interpretacion razonable de los datos , pero el aumento general de la longevidad
tambien refleja una tendencia en curso hacia una mayor esperanza de vida que
continua hasta nuestros dias . Del mismo modo, se habria necesitado solo un modesto
numero de abuelas (y algunos abuelos) para dar cuenta de los efectos sociales que
proponen esta teoria han reclamado , por lo que la hipotesis de no impugnar
apreciablemente la conclusion de que los genes que apoyaron la extension de vida
significativo no fueron seleccionado.
El envejecimiento no es un proceso unico , sino que implica una multiplicidad de
cambios . De Grey describe siete procesos de envejecimiento clave que fomentan la
senescencia , y ha identificado estrategias para revertir cada uno .

ADN Mutations.[49]

Generalmente las mutaciones en el ADN nuclear (el ADN en los cromosomas en el
nucleo) resultado en una celda defectuosa que se elimina rapidamente o una celula
que simplemente no funcionar de manera optima . El tipo de mutacion que es motivo
de preocupacion primaria (ya que conduce a un aumento de las tasas de mortalidad)
es uno que afecta a la reproduccion celular ordenada , lo que resulta en el cancer .
Esto significa que si podemos curar el cancer utilizando las estrategias descritas

anteriormente , las mutaciones nucleares deben en gran parte se vuelven inofensivas .
La estrategia propuesta por De Grey para el cancer es preventiva : se trata de usar la
terapia genica para eliminar de todas nuestras celulas los genes que los canceres
necesitan para encender el fin de mantener sus telomeros cuando se dividen . Esto
hara que los tumores potenciales de cancer a desaparecer antes de que crezcan lo
suficientemente grande como para causar dano. Estrategias para la eliminacion y la
supresion de genes ya estan disponibles y se estan mejorando rapidamente.

Las células tóxicas .

De vez en cuando las celulas alcanzan un estado en el que no son cancerosos, pero
aun seria mejor para el cuerpo si no sobrevivieron . La senescencia celular es un
ejemplo , ya que esta teniendo demasiadas celulas grasas. En estos casos , es mas
facil para matar estas celulas que intentar volver a un estado saludable. Se estan
desarrollando metodos para atacar "genes suicidas" a tales celulas y tambien para
etiquetar estas celulas de una manera que dirige el sistema inmune para destruir
ellos .

Las mutaciones mitocondrial .

Otro proceso de envejecimiento es la acumulacion de mutaciones en los trece genes
en las mitocondrias , las fabricas de energia para los cell.[50] Estos pocos genes son
criticos para el funcionamiento eficiente de las celulas y se someten a mutacion a una
tasa mayor que los genes en el nucleo . Una vez que la terapia genica somatica
maestro , podriamos poner multiples copias de estos genes en el nucleo de la celula ,
proporcionando de este modo la redundancia (copia de seguridad) para obtener la
informacion genetica vital. El mecanismo ya existe en la celda para permitir que las
proteinas nucleo - codificados para ser importados en la

mitocondria , lo que no es
necesario para estas proteinas que se producen en las mitocondrias a si mismos . De
hecho , la mayoria de las proteinas necesarias para la funcion mitocondrial ya estan
codificados por el ADN nuclear . Los investigadores ya han tenido exito en la
transferencia de genes mitocondriales en el nucleo en cultivos de celulas .

Los agregados intracelulares.

Las toxinas se producen las celulas , tanto dentro como fuera . De Grey describe las
estrategias que utilizan la terapia genica somatica de introducir nuevos genes que
romper lo que el llama "agregados intracelulares " - toxinas en las celulas. Las
proteinas se han identificado que pueden destruir practicamente cualquier toxina,
utilizando bacterias que pueden digerir y destruir materiales peligrosos que van desde
TNT a las dioxinas .
Una estrategia clave que se persigue por varios grupos para la lucha contra materiales
toxicos fuera de la celula , incluyendo las proteinas deformes y la placa (visto en la
enfermedad de Alzheimer y otras enfermedades degenerativas) de amiloide , es la
creacion de vacunas que actuan en contra de su constituyente molecules.51 Aunque
este enfoque puede resultar en el material toxico esta siendo ingerido por las celulas
del sistema inmunologico, entonces podemos utilizar las estrategias para combatir los
agregados intracelulares descritos anteriormente para disponer de el .

Los agregados extracelulares .

AGE (productos finales de glicacion avanzada) resultan de no deseable la
reticulacion de moleculas utiles como un efecto secundario de exceso de azucar .
Estos enlaces cruzados interfieren con el funcionamiento normal de las proteinas y
son factores clave para el proceso de envejecimiento . Un farmaco experimental

llamado ALT -711 (cloruro phenacyldimenthylthiazolium) puede disolver estos
enlaces cruzados sin danar los originales tissue.[52] Otras moleculas con esta capacidad
tambien han sido identificados.

Pérdida de células y la Atrofia .

Los tejidos de nuestro cuerpo tienen los medios para reemplazar las celulas
desgastadas , pero esta capacidad esta limitada en ciertos organos . Por ejemplo , a
medida que envejecemos , el corazon es incapaz de reemplazar sus celulas a una
velocidad suficiente , por lo que compensa haciendo celulas supervivientes mayor
uso de material fibroso. Con el tiempo esto hace que el corazon se vuelve menos
flexible y receptivo. Una estrategia principal aqui es el despliegue de la clonacion
terapeutica de nuestras propias celulas , tal como se describe a continuacion.

El progreso en la lucha contra todas estas fuentes de envejecimiento se esta moviendo
rapidamente en modelos animales , y la traduccion en terapias humanas seguira. La
evidencia de que el proyecto del genoma indica que no mas de unos pocos cientos de
genes estan involucrados en el proceso de envejecimiento . Mediante la manipulacion
de estos genes , extension de la vida radical ya se ha conseguido en los animales mas
simples . Por ejemplo , mediante la modificacion de los genes en el gusano C. elegans
que controlan sus niveles de insulina y las hormonas sexuales, la esperanza de vida de
los animales de prueba se amplio por seis, hasta el equivalente de una vida util de
quinientos anos para un ser humano . [53]

Un escenario hibrido que implica tanto bio y nanotecnologia contempla convertir
celulas biologicas en las computadoras . Estas celulas de inteligencia " mejoradas" se
pueden detectar y destruir las celulas cancerosas y patogenos o incluso regenerar
partes del cuerpo humano . Bioquimico Princeton Ron Weiss ha

modificado las
celulas para incorporar una variedad de funciones logicas que se utilizan para
Timothy Gardner de la Universidad basico computation.[54] Boston ha desarrollado un
interruptor logica celular, otro bloque de construccion basico para transformar celulas
en computers.[55] Los cientificos del MIT Media Lab han desarrollado maneras de
utilizar la comunicacion inalambrica para enviar mensajes , incluyendo secuencias
complejas de instrucciones, a los ordenadores dentro modificados cells.[56] puntos
Weiss que " una vez que tenga la capacidad de las celulas de programa, usted no tiene
que estar limitado por lo que el celulas saben como hacerlo ya . Usted puede
programar para hacer cosas nuevas , de nuevos modelos " .

Clonación humana : La aplicación menos interesante de la tecnología de clonación

Uno de los metodos mas poderosos de la aplicacion de la maquinaria de la vida
consiste en el aprovechamiento de los mecanismos de reproduccion de la biologia en
la forma de clonacion. Clonacion sera una tecnologia no - clave para los seres
humanos reales de clonacion , pero para los propositos de vida de extension , en
forma de " clonacion terapeutica . " Este proceso crea nuevos tejidos con celulas
"jovenes" telomeros largos y ADN corregido para reemplazar sin tejidos u organos
defectuosos cirugia .
Todos los especialistas en etica responsables , incluido yo mismo , consideran la
clonacion humana en la actualidad a la etica . Las razones, sin embargo , para mi,
tienen poco que ver con las cuestiones de la pendiente resbaladiza de la manipulacion
de la vida humana. Mas bien, la tecnologia de hoy en dia simplemente no todavia
funciona correctamente. La tecnica actual de la fusion de un nucleo de la celula de un

donante a una celula huevo usando una chispa electrica simplemente provoca un alto
nivel de errores de genetica.[57]
Esta es la razon principal de que la mayoria de los fetos creados por este metodo no
lo hacen hasta el final. Incluso aquellos que lo hacen tienen defectos geneticos. Dolly
la oveja desarrollo un problema de obesidad en la edad adulta , y la mayoria de los
animales clonados producidos hasta ahora han tenido la salud impredecible
problems.[58]
Los cientificos tienen una serie de ideas para perfeccionar la clonacion, incluyendo
formas alternativas de fusion del nucleo de la celula y el ovulo sin el uso de una
chispa electrica destructiva , pero hasta que la tecnologia ha demostrado su seguridad,
no seria etico crear una vida humana con una alta probabilidad de tales de problemas
de salud graves.
No hay duda de que se produzca la clonacion humana , y se producen antes,
impulsado por todas las razones habituales , que van desde el valor publicitario de su
utilidad como una forma muy debil de la inmortalidad. Los metodos que son
demostrables en animales mas avanzados funcionan bastante bien en los seres
humanos . Una vez que la tecnologia se ha perfeccionado en terminos de seguridad,
las barreras eticas seran debiles si es que existen una .
La clonacion es una tecnologia importante , pero la clonacion de los seres humanos
no es su uso mas digno de mencion . Primero vamos a abordar sus usos mas valiosos
y luego volver a su mas controvertido .

¿Por qué es importante la clonación ?

El uso mas inmediata para la clonacion se mejora la cria , ofreciendo la capacidad de
reproducirse directamente a un animal con un conjunto deseable de rasgos geneticos .
Un ejemplo de gran alcance se esta reproduciendo animales de embriones

transgenicos (embriones con genes extranos) para la produccion farmaceutica. Un
ejemplo de ello: un tratamiento contra el cancer es un farmaco prometedor
antiangiogenico llamado aaATIII , que se produce en la leche de transgenicos goats.[59]

Preservar las especies en peligro de extinción y restauración de seres extintos .

Otra aplicacion interesante es re- creacion de los animales de las especies en peligro
de extincion . Por criopreservar las celulas de estas especies , que nunca deben
extinguirse. Con el tiempo sera posible volver a crear animales de especies
extinguidas recientemente . En 2001 los cientificos fueron capaces de sintetizar ADN
del tigre de Tasmania , que habia sido entonces extinto durante sesenta y cinco anos,
con la esperanza de traer a esta especie de vuelta a life.[60] En cuanto a las especies
extinguidos hace mucho tiempo (por ejemplo, los dinosaurios) , que es muy dudoso
que vamos a encontrar el ADN intacto requerida en una sola celula conservada (como
lo hicieron en la pelicula Jurassic Park) . Es probable, sin embargo, que con el tiempo
sera capaz de sintetizar el ADN necesario mediante parches juntos la informacion
derivada de multiples fragmentos inactivos .

La clonación terapéutica .

Quizas la aplicacion emergente mas valioso es la clonacion terapeutica de los
propios organos. Al comenzar con las celulas de la linea germinal (heredados de los
ovulos o el esperma y se transmite a la descendencia) , los ingenieros geneticos
pueden desencadenar la diferenciacion en diversos tipos de celulas. Debido a la
diferenciacion tiene lugar durante la fase de prefetales (es decir, antes de la
implantacion de un feto) , la mayoria de los eticistas creen que este proceso no
plantea problemas , aunque la cuestion sigue siendo altamente contentious.[61]

Human Engineering de células somáticas .
Este enfoque aun mas prometedor , que no pasa por la controversia de usar celulas
madre fetales por completo , se llama transdiferenciacion , sino que crea nuevos
tejidos con ADN propio de un paciente mediante la conversion de un tipo de celula
(tal como una celula de la piel) en otro (tal como un pancreas celulas de los islotes o
celulas del corazon) [62] cientificos de los Estados Unidos y Noruega han estado
recientemente con exito en la reprogramacion de las celulas del higado para
convertirse en celulas pancreaticas . En otra serie de experimentos, las celulas de piel
humana se transformaron para asumir muchas de las caracteristicas de las celulas del
sistema inmune y nerviosos cells.[63]
Considere la pregunta: .Cual es la diferencia entre una celula de la piel y cualquier
otro tipo de celula en el cuerpo? Despues de todo , todos ellos tienen el mismo ADN .
Como se senalo anteriormente , se encuentran las diferencias en los factores de
senalizacion de proteinas , que incluyen fragmentos y peptidos cortos de ARN , que
ahora estamos empezando a understand.[64] Mediante la manipulacion de estas
proteinas , se puede influir en la expresion genica y el truco de un tipo de celula en
convertirse en otra .
El perfeccionamiento de esta tecnologia no solo desactivar una cuestion etica y
politica sensible, pero tambien ofrecen una solucion ideal desde el punto de vista
cientifico. Si usted necesita las celulas del islote pancreatico o tejidos - o renales ,
incluso todo un nuevo corazon para evitar reacciones autoinmunes , prefiere
encarecidamente obtener de ellos con su propio ADN en lugar del ADN de las celulas
de otra persona en la linea germinal . Ademas , este enfoque utiliza celulas de la piel
abundantes (del paciente) en lugar de celulas madre raros y

preciosos .
Transdiferenciacion crecera directamente un organo con su composicion genetica. Tal
vez lo mas importante , el nuevo organo puede tener sus telomeros completamente
extendidos a su longitud juvenil original, por lo que el nuevo organo es efectivamente
joven again.65 Tambien podemos corregir errores acumulados de ADN mediante la
seleccion de la piel apropiada las celulas (es decir, sin los errores de ADN) antes de
la transdiferenciacion en otros tipos de celulas. El uso de este metodo a un hombre de
ochenta anos de edad, podria tener su corazon reemplazado con el mismo corazon
que tenia cuando era, digamos, veinticinco.
Los tratamientos actuales para la diabetes tipo 1 requieren fuertes medicamentos antirechazo
que pueden tener lado peligroso effectos.66 Con la ingenieria de celulas
somaticas , los diabeticos de tipo 1 seran capaces de hacer las celulas de los islotes
pancreaticos de sus propias celulas , ya sea a partir de celulas de la piel
(transdiferenciacion) o de adulto las celulas madre . Ellos estarian utilizando su
propio ADN , y recurriendo a una oferta relativamente inagotable de celulas , por lo
que no se requeririan medicamentos anti-rechazo . (Sin embargo, para curar
totalmente la diabetes de tipo 1 , tambien tendriamos para superar trastorno
autoinmune del paciente, lo que hace que su cuerpo para destruir celulas de los
islotes.)
Aun mas interesante es la posibilidad de sustitucion de organos y tejidos de uno de
ellos con sus reemplazos "jovenes " sin cirugia. Presentacion de las celulas clonadas ,
los telomeros - extendidas, ADN corregido en un organo que les permitira integrarse
con las celulas mas viejas . Por tratamientos repetidos de este tipo durante un periodo
de tiempo , el organo va a terminar siendo dominada por las celulas

mas jovenes .
Normalmente Reemplazamos nuestras celulas de forma regular todos modos , .por
que no hacerlo con las celulas rejuvenecidas juveniles en lugar de los telomeros
acortados los errores llenas ? No hay ninguna razon por que no podiamos repetir este
proceso para todos los organos y tejidos de nuestro cuerpo , lo que nos permite crecer
cada vez mas joven.

Resolución de hambre en el mundo .

Tecnologias de clonacion incluso ofrecen una posible solucion para el hambre del
mundo : la creacion de carne y otras fuentes de proteinas en una fabrica sin los
animales por tejido muscular animal clonacion . Los beneficios incluirian un costo
extremadamente bajo , evitar los pesticidas y hormonas que se producen en la carne
natural, muy reducido impacto ambiental (en comparacion con la agricultura
industrial) , mejoro el perfil nutricional , ni el sufrimiento animal. Al igual que con la
clonacion terapeutica , no estariamos creando todo el animal, sino mas bien producir
directamente las partes de los animales deseados o carne . Esencialmente , todas las
carnes - miles de millones de libras de el - se derivarian de un solo animal.
Hay otros beneficios para este proceso , ademas de acabar con el hambre . Con la
creacion de la carne de esta manera , se convierte en objeto de la ley de la aceleracion
de declaraciones- las mejoras exponenciales en precio y rendimiento de las
tecnologias de la informacion basada en el tiempo - y que por lo tanto se convierten
en extremadamente barato . A pesar de que el hambre en el mundo es, sin duda
exacerbada por los problemas politicos y conflictos , la carne podria ser tan barato
que tendria un profundo efecto en la capacidad de pago de los alimentos.
La llegada de los animales menos carne tambien eliminar el

sufrimiento animal. La
economia de la agricultura industrial colocan una prioridad muy baja en la
comodidad de los animales , que se tratan como engranajes de una maquina. La carne
obtenida de esta manera , a pesar de lo normal en todos los demas aspectos , no seria
parte de un animal con un sistema nervioso , que es generalmente considerada como
un elemento necesario para el sufrimiento que se produzca , al menos en un animal
biologico . Podriamos utilizar el mismo metodo para producir tales subproductos
animales como el cuero y las pieles. Otras ventajas importantes serian para eliminar
los enormes danos ecologicos y ambientales creados por la agricultura industrial , asi
como el riesgo de enfermedades basados en priones , como la enfermedad de las
vacas locas y su homologo humano , vCJD.[67]

Clonación Humana Revisited .

Esto nos lleva de nuevo a la clonacion humana. Mi prediccion es que una vez que la
tecnologia se perfecciona , ni los dilemas graves vistos por los especialistas en etica ,
ni la profunda promesa anunciada por los aficionados a predominar. .Y que si
tenemos gemelos geneticos separados por uno o mas generaciones ? La clonacion es
probable que llegar a ser como otras tecnologias reproductivas que fueron
brevemente controvertido, pero rapidamente aceptada. Clonacion fisica es muy
diferente de la clonacion mental, en el que toda la personalidad de una persona , la
memoria , las habilidades y la historia en ultima instancia, pueden descargar en una
diferente, y probablemente mas potente , pensando medio. No hay problema de la
identidad filosofica con la clonacion genetica, ya que tales clones serian diferentes
personas , incluso mas que los gemelos convencionales son hoy.
Si tenemos en cuenta el concepto completo de la clonacion , a partir de celulas para

los organismos , sus beneficios tienen un enorme sinergia con las otras revoluciones
que ocurren en la biologia , asi como en la tecnologia informatica . A medida que
aprendemos a comprender el genoma y el proteoma (la expresion del genoma en
proteinas) de los seres humanos y los animales , y al desarrollar nuevas y eficaces
mediante el aprovechamiento de la informacion genetica , la clonacion proporciona
los medios para reproducir animales , organos y celulas. Y eso tiene profundas
implicaciones para la salud y el bienestar de nosotros mismos y nuestros primos
evolutivos en el reino animal.
NED LUDD : Si todo el mundo puede cambiar sus genes , entonces todo el mundo va
a optar por ser "perfecto" en todos los sentidos , por lo que no habra diversidad y
superacion dejaran de tener sentido .
RAY : No exactamente . Los genes son obviamente importantes , pero nuestra
naturaleza - las habilidades , el conocimiento , la memoria, la personalidad refleja la
informacion de diseno en nuestros genes , ya que nuestros cuerpos y cerebros autoorganizan
a traves de nuestra experiencia. Esto tambien es facilmente evidente en
nuestra salud. Yo personalmente tengo una predisposicion genetica a la diabetes tipo
2, despues de haber hecho le ha diagnosticado la enfermedad hace mas de veinte
anos. Pero no tengo ninguna indicacion de la diabetes hoy porque he superado esta
disposicion genetica como resultado de la reprogramacion de la bioquimica a traves
de mi estilo de vida , como la nutricion , el ejercicio y la suplementacion agresiva .
Con respecto a nuestro cerebro , todos tenemos diferentes aptitudes , pero nuestros
talentos reales estan en funcion de lo que hemos aprendido , desarrollado y
experimentado . Nuestros genes solo reflejan disposiciones. Podemos ver como

funciona esto en el desarrollo del cerebro. Los genes describen ciertas reglas y
limitaciones para los patrones de conexiones interneuronales , pero las conexiones
reales que tenemos como adultos son el resultado de un proceso de auto-organizacion
basada en nuestro aprendizaje. El resultado final - que estamos - esta profundamente
influenciados tanto por la naturaleza (genes) y la crianza
(experiencia).
Asi que cuando ganamos la oportunidad de cambiar nuestros genes como adultos , no
vamos a acabar con la influencia de los genes anteriores. Experiencias anteriores a la
terapia genica se han traducido a traves de los genes pretratamiento , asi caracter y
personalidad aun se forma principalmente por los genes originales. Por ejemplo , si
alguien anade genes de aptitud musical a su cerebro a traves de la terapia genica , el
no convertido de repente en un genio de la musica .
NED : Esta bien, entiendo que los baby boomers de diseno no pueden salirse por
completo de sus genes predesigner , pero con los bebes de diseno que tendran los
genes y el tiempo para expresarlas.
RAY : La revolucion " bebes de diseno " va a ser muy lento , no va a ser un factor
importante en este siglo. Otras revoluciones superaran a ella. No tendremos la
tecnologia para bebes de diseno por otros diez o veinte anos . En la medida en que se
utiliza, se adopto gradualmente , y luego tomara las generaciones otros veinte anos
para alcanzar la madurez . En ese momento, nos estamos acercando a la singularidad ,
la verdadera revolucion es el predominio de la inteligencia no biologica . Que ira
mucho mas alla de las capacidades de los genes de diseno. La idea de los bebes de
diseno y los baby boomers es la reprogramacion de los procesos de informacion en
biologia . Pero sigue siendo la biologia, con todas sus graves limitaciones.

NED : Te estas perdiendo algo. Biologica es lo que somos. Creo que la mayoria de las
personas estarian de acuerdo en que el ser biologico es el atributo por excelencia del
ser humano. .
RAY : Eso es cierto hoy en dia.
NED : Y tengo la intencion de que siga siendo asi .
RAY : Bueno, si usted esta hablando por si mismo , eso esta bien con ' mi. Pero si te
quedas biologica y no reprogramar los genes, que no van a estar por mucho tiempo
para influir en el debate.

Nanotecnología: La intersección de la Información y el Mundo Físico

El papel de la infinitamente pequeno es infinitamente grande .
-LOUIS PASTEUR
Pero yo no tengo miedo de considerar la pregunta final de si , en ultima instancia , en
el gran futuro , podemos arreglar los atomos de la manera que queremos, los atomos,
hasta el fondo ! - Richard Feynman
La nanotecnologia tiene el potencial de mejorar el rendimiento humano , para lograr
el desarrollo sostenible de los materiales , el agua , la energia y los alimentos, para
proteger contra las bacterias y los virus desconocidos e incluso a disminuir las
razones para romper la paz [mediante la creacion de abundancia universal] . -
Fundacion Nacional de Ciencias INFORME DE NANOTECNOLOGIA
La nanotecnologia promete las herramientas para reconstruir el mundo - nuestros
cuerpos fisicos y cerebros incluidos molecular fragmento a fragmento molecular , lo
que podria atomo por atomo . Estamos reduciendo el tamano de la caracteristica clave
de la tecnologia , de conformidad con la ley de los retornos acelerados , a una tasa
exponencial de un factor de aproximadamente cuatro por dimension lineal por
decade.68 A este ritmo, la caracteristica clave de los tamanos de las tecnologias
mecanicas mas electronicos y muchos estara en el rango de la nanotecnologia -

generalmente se considera que menos de cien nanometros - de la decada de 2020 .
(Electronica ya ha descendido por debajo de este umbral , aunque todavia no en las
estructuras tridimensionales y no auto-montaje .) Mientras tanto se ha hecho rapidos
progresos , sobre todo en los ultimos anos , en la elaboracion del marco conceptual y
las ideas de diseno para la proxima edad de la nanotecnologia.
Tan importante como la revolucion de la biotecnologia ha expuesto anteriormente
sera, una vez que sus metodos son completamente maduros , los limites se encuentran
en la propia biologia. Aunque los sistemas biologicos son notables en su inteligencia ,
tambien hemos descubierto que son drasticamente suboptima . He mencionado la
velocidad extremadamente lenta de la comunicacion en el cerebro, y como explico
mas adelante (vease p . 253) , reemplazos roboticos para las celulas rojas de la
sangre podria ser miles de veces mas eficientes que sus biologico counterparts.[69]
Biologia nunca sera capaz de igualar lo que seremos capaces de ingenieria una vez
que entendemos plenamente los principios de funcionamiento de la biologia .
La revolucion de la nanotecnologia , sin embargo , en ultima instancia, nos permitira
redisenar y reconstruir , molecula a molecula , nuestros cuerpos y cerebros y el
mundo con el que interact.[70] Estas dos revoluciones se superponen , pero la plena
realizacion de la nanotecnologia va a la zaga de la revolucion de la biotecnologia por
aproximadamente una decada .
La mayoria de los historiadores de la nanotecnologia fecha del nacimiento conceptual
de la nanotecnologia al discurso seminal del fisico Richard Feynman en 1959 : " Hay
mucho sitio al fondo ", en el que describia la inevitabilidad y las profundas
implicaciones de maquinas de ingenieria a nivel de los atomos :
Los principios de la fisica , por lo que yo puedo ver, no hablan de la

posibilidad de
maniobrar las cosas atomo por atomo. Seria , en principio , posible ... para un fisico
para sintetizar una sustancia quimica que el quimico escribe . . . . .Como ? Ponga los
atomos hacia abajo, donde el quimico dice , y asi tomar la sustancia . Los problemas
de la quimica y la biologia pueden ser grandemente ayudados si nuestra capacidad de
ver lo que estamos haciendo , y para hacer las cosas a un nivel atomico , en ultima
instancia, se desarrollo - un desarrollo que creo que no puede ser avoided.[71]
Una base conceptual incluso antes de la nanotecnologia fue formulada por el teorico
informacion John von Neumann en la decada de 1950 con su modelo de un sistema
de auto -replicantes basada en un universal, constructor , combinado con un
computer.[72] universales En esta propuesta, el ordenador ejecuta un programa que
dirige el constructor , que a su vez construye una copia tanto de la computadora
(incluyendo su programa de auto - replicacion) y el constructor . A este nivel de la
propuesta de Descripcion de von Neumann es bastante abstracto - el ordenador y el
constructor podrian hacerse en una gran variedad de formas , asi como de diversos
materiales , e incluso podria ser una construccion matematica teorica . Pero tomo el
concepto un paso mas alla y propuso un " constructor de cinematica " : un robot con
al menos un manipulador (brazo) que construir una replica de si mismo a partir de
un " mar de partes " en su midst.[73]
Se dejo a Eric Drexler para fundar el moderno campo de la nanotecnologia , con un
borrador de su hito Ph.D. tesis a mediados de la decada de 1980 , en la que
esencialmente se combina estas dos sugerencias interesantes . Drexler describio von
Neumann constructor cinematica, que por su mar de piezas utiliza atomos y

fragmentos moleculares , como se sugiere en el discurso de Feynman . La vision de
Drexler atraviesan muchas fronteras disciplinarias y era tan de gran alcance que nadie
se atreve a ser su director de tesis a excepcion de mi propio mentor , Marvin Minsky .
La disertacion de Drexler (que se convirtio en su libro Engines of Creation en 1986 y
se articulo tecnicamente en su libro de 1992 , nanosistemas) sento las bases de la
nanotecnologia y proporciono la hoja de ruta sigue siendo seguido today.[74]
" Ensamblador molecular " de Drexler sera capaz de hacer casi cualquier cosa en el
mundo. Se ha referido como un " ensamblador universal", pero Drexler y otros
teoricos nanotecnologia no usar la palabra "universal ", ya que los productos de este
sistema tienen por que estar sujeto a las leyes de la fisica y la quimica, por lo que solo
atomica estable estructuras serian viables . Por otra parte , cualquier ensamblador
especifica se limita a la construccion de productos de su mar de las partes , aunque se
ha demostrado la viabilidad de utilizar atomos individuales . Sin embargo , como un
ensamblador puede hacer casi cualquier dispositivo fisico que nos gustaria ,
incluyendo computadoras de alta eficiencia y subsistemas para otros ensambladores .
Aunque Drexler no proporciono un diseno detallado para un ensamblador como un
diseno todavia no ha sido completamente especificado , su tesis ha proporcionado
extensos argumentos de viabilidad de cada uno de los componentes principales de un
ensamblador molecular , que incluyen los siguientes subsistemas :
• El equipo : proporcionar la inteligencia para controlar el proceso de montaje. Como
con todos los subsistemas del dispositivo, el equipo tiene que ser pequenos y simples.
Como describi en el capitulo 3 , Drexler ofrece una descripcion conceptual
interesante de un equipo mecanico con "candados " moleculares en

lugar de las
puertas de los transistores. Cada cerradura requeriria solo dieciseis nanometros
cubicos de espacio y podria cambiar de diez mil millones de veces por segundo . Esta
propuesta sigue siendo mas competitivo que cualquier tecnologia electronica
conocida, aunque los ordenadores electronicos construidos a partir de matrices
tridimensionales de nanotubos de carbono parecen proporcionar densidades aun mas
altos de calculo (es decir, calculos por segundo por gramo) [75]
• La arquitectura de instrucciones : Drexler y su colega Ralph Merkle han propuesto
un SIMD (single instruccion de arquitectura de datos multiple) en la que un unico
almacen de datos registraria las instrucciones y transmitirlas a trillones de
ensambladores moleculares de tamano (cada uno con su propio ordenador sencillo)
simultaneamente. Yo discuti algunas de las limitaciones de la arquitectura SIMD en el
capitulo 3 , pero este diseno (que es mas facil de aplicar que el enfoque de datos de
multiples instrucciones multiples mas flexible) es suficiente para que el equipo de un
ensamblador nanotecnologia universal. Con este enfoque, cada ensamblador no
tendria que almacenar todo el programa para crear el producto deseado . Una
arquitectura de "emision ", tambien aborda una de las principales preocupaciones de
la seguridad: el proceso de auto - replicacion podria ser cerrado, si se salio de control,
terminando la fuente centralizada de las instrucciones de replicacion.
Sin embargo , como senala Drexler fuera , un ensamblador de nanoescala no
necesariamente tiene que ser auto - replicating.[76] Dados los peligros inherentes a la
auto- replicacion, las normas eticas propuestas por el Foresight Institute (un think
tank fundado por Eric Drexler y Christine Peterson) contienen prohibiciones contra

sin restricciones autorreplicacion , especialmente en un entorno natural .
Como voy a discutir en el capitulo 8 , este enfoque debe ser razonablemente efectiva
contra los peligros inadvertidos , aunque podria evitarse mediante un adversario
decidido y bien informado.
• Transmision de Instruccion: La transmision de las instrucciones del almacen de
datos centralizado para cada uno de los muchos ensambladores se realizan
electronicamente si el equipo es electronica o por medio de vibraciones mecanicas si
se utiliza el concepto de un equipo mecanico de Drexler .
• El robot de construccion : El constructor seria un robot molecular simple con un
solo brazo , similar al constructor cinematica de von Neumann , pero en pequena
escala . Ya hay ejemplos de sistemas a escala molecular experimentales que pueden
actuar como motores y las piernas del robot , como explico a continuacion.
• El brazo robot consejo: nanosistemas de Drexler proporcionado un numero de
quimicos viables para la punta de la brazo de robot para que sea capaz de captar
(utilizando campos de fuerza atomica apropiadas) un fragmento molecular, o incluso
un solo atomo , y luego depositarlo en una ubicacion deseada . En el proceso de
deposicion de vapor quimico utilizado para construir diamantes artificiales , atomos
de carbono individuales , asi como fragmentos moleculares , se mueven a otros
lugares a traves de reacciones quimicas en la punta . La construccion diamantes
artificiales es un proceso caotico que implica miles de millones de atomos , pero las
propuestas conceptuales de Robert Freitas y Ralph Merkle contempla puntas de los
brazos de robot que pueden eliminar atomos de hidrogeno a partir de un material de
origen y depositarlos en los lugares deseados en la construccion de una maquina

molecular . En esta propuesta, las pequenas maquinas se construyen a partir de un
material de diamantina . Ademas de tener una gran fuerza , el material puede ser
dopado con impurezas de una manera precisa para crear componentes electronicos
tales como transistores . Las simulaciones han demostrado que dichos engranajes de
escala molecular , palancas , motores, y otros sistemas mecanicos funcionarian
correctamente como intended.[77] Mas recientemente la atencion se ha centrado en los
nanotubos de carbono , que comprende matrices hexagonales de atomos de carbono
reunidos en tres dimensiones , que tambien son capaces de proporcionar tanto
funciones electronicas y mecanicas a nivel molecular . Proporciono ejemplos
siguientes de maquinas a escala molecular que ya se han construido .

• Ambiente interno del ensamblador necesita para evitar las impurezas ambientales de
interferir con el proceso de montaje delicado . Propuesta de Drexler es mantener un
vacio cercano y construir las paredes de ensamblador a cabo del mismo material que
la propia diamondoid ensamblador es capaz de hacer .

• La energia necesaria para el proceso de montaje se puede proporcionar ya sea a
traves de electricidad o a traves energia quimica . Drexler propuso un proceso
quimico con el combustible entrelazado con el material de construccion en bruto .

Las propuestas mas recientes utilizan pilas de combustible nanoingenieria incorporar
hidrogeno y oxigeno o glucosa y oxigeno, o acustica potencia en ultrasonidos
frequencies.[78]

Aunque se han propuesto muchas configuraciones , el ensamblador tipica ha sido
descrita como una unidad de mesa que puede fabricar casi cualquier producto
fisicamente posible para el cual tenemos una descripcion de software , que van desde

computadoras , ropa y obras de arte de cocinado meals.[79]
productos mas grandes ,
tales como muebles , automoviles, e incluso casas , puede construir de forma modular
o el uso de grandes ensambladores . De particular importancia es el hecho de que un
ensamblador puede crear copias de si mismo , a menos que su diseno especificamente
prohibe esto (para evitar la auto - replicacion potencialmente peligrosos) , el costo
incremental de la creacion de un producto fisico, incluidos los propios montadores ,
seria centavos por libra - basicamente el coste de las materias primas . Drexler estima
el coste de fabricacion total de un proceso de fabricacion molecular en el rango de
diez centavos a cincuenta centavos de dolar por kilogramo, sin importar si el
producto fabricado fuera ropa, supercomputadoras masivamente paralelas , o de
fabricacion adicional systems.[80]
El costo real , por supuesto , seria el valor de la informacion que describe cada tipo de
es , el software que controla el proceso de montaje del producto - que . En otras
palabras , el valor de todo en el mundo , incluyendo los objetos fisicos , se basa
esencialmente en la informacion. No estamos tan lejos de esta situacion actual, ya que
el contenido de la informacion de los productos esta aumentando rapidamente,
acercandose poco a poco a una asintota de 100 por ciento de su valor.
El diseno del software de control de los sistemas de fabricacion molecular seria en si
sea ampliamente automatizado , tanto como el diseno de chips es hoy en dia .
Disenadores de chips no especifican la ubicacion de cada uno de los miles de
millones de cables y componentes , sino mas bien las funciones y caracteristicas
especificas, que los sistemas de diseno asistido por ordenador (CAD) se traducen en
disenos reales de chips. Del mismo modo , los sistemas CAD

producirian el software
de control molecular de las especificaciones de fabricacion de alto nivel . Esto
incluye la capacidad de realizar ingenieria inversa de un producto mediante el
escaneo en tres dimensiones y, a continuacion generar el software necesario para
replicar sus capacidades generales .
En funcionamiento, el almacen de datos centralizado seria enviar comandos
simultaneamente a muchos billones (algunas estimaciones tan altas como 10_{18}) de
robots en un ensamblador , recibiendo cada uno la misma instruccion a la vez . El
ensamblador crearia estos robots moleculares por los que empiecen con un numero
pequeno y a continuacion, el uso de estos robots para crear otros adicionales de forma
iterativa , hasta que se haya creado el numero requerido . Cada robot tendria un
almacenamiento de datos local que especifica el tipo de mecanismo esta
construyendo . Este almacenamiento se utiliza para enmascarar las instrucciones
globales que se envian desde el almacen de datos centralizada de manera que ciertas
instrucciones estan bloqueados y los parametros locales se llenan pulg De esta
manera, a pesar de que todos los ensambladores estan recibiendo la misma secuencia
de instrucciones , hay un nivel de personalizacion a la parte construida por cada robot
molecular. Este proceso es analogo a la expresion genica en los sistemas biologicos .
Aunque cada celula tiene cada gen , solo los genes relevantes para un tipo de celula
particular se expresan . Cada robot extrae las materias primas y el combustible que
necesita , que incluyen atomos de carbono individuales y fragmentos moleculares, del
material de origen .

El ensamblador Biológica

Naturaleza muestra que las moleculas pueden servir como maquinas porque los seres

vivos funcionan por medio de dichas maquinas . Las enzimas son maquinas
moleculares que hacen , se rompen y se reorganizan los enlaces que mantienen otras
moleculas juntas . Los musculos son impulsados por maquinas moleculares que las
fibras de recorrido ultimos entre si . ADN sirve como un sistema de almacenamiento
de datos , la transmision de instrucciones digitales para maquinas moleculares , los
ribosomas, que las moleculas de proteina fabricacion . Y estas moleculas de proteina ,
a su vez , constituyen la mayor parte de la maquinaria molecular . - ERIC DREXLER
La mejor prueba de la existencia de la viabilidad de un ensamblador molecular es la
vida misma . En efecto , a medida que profundizamos nuestra comprension de las
bases de informacion de los procesos de la vida , estamos descubriendo las ideas
especificas que son aplicables a los requisitos de diseno de un ensamblador molecular
generalizada. Por ejemplo , se han hecho propuestas para utilizar una fuente de
energia molecular de la glucosa y el ATP , similar a la utilizada por las celulas
biologicas.
Considere como la biologia resuelve cada uno de los retos de diseno de un
ensamblador de Drexler . El ribosoma representa tanto el ordenador como el robot de
construccion. La vida no utiliza el almacen de datos centralizado, pero proporciona el
codigo completo a cada celula . La capacidad para restringir el almacenamiento de
datos local de un robot nanoingenieria a solo una pequena parte del codigo de
ensamblado (utilizando la arquitectura de " difusion ") , particularmente cuando se
hace la autorreplicacion , es una manera de la nanotecnologia critico puede ser
disenado para ser mas seguro que la biologia .
Almacenamiento de datos local de la vida es , por supuesto , las hebras de ADN ,

rotos en genes especificos en los cromosomas . La tarea de enmascaramiento de
instrucciones (el bloqueo de los genes que no contribuyen a un tipo de celula
particular) es controlada por las moleculas de ARN cortas y peptidos que regulan la
expresion genica . El entorno interno en el que el ribosoma es capaz de funcionar es
el ambiente quimico particular, mantenido dentro de la celula , que incluye un
equilibrio acido-alcalino en particular (pH alrededor de 7 en las celulas humanas) y
otros equilibrios quimicos . La membrana celular es responsable de la proteccion de
este ambiente interno de las perturbaciones .

Actualizar el núcleo de la célula con una nanocomputadora y nanobot

Aqui hay una conceptualmente simple propuesta para superar todos los patogenos
biologicos excepto para los priones (proteinas patologicas autorreplicantes) . Con el
advenimiento de la nanotecnologia a gran escala en la decada de 2020 tendremos el
potencial de reemplazar repositorio genetico - informacion de la biologia en el nucleo
de la celula con un sistema de nanoingenieria que mantener el codigo genetico y
simular las acciones de ARN , el ribosoma, y otros elementos de la computadora en el
ensamblador de la biologia. Un nanocomputadora mantendria el codigo genetico y
poner en practica los algoritmos de expresion de genes . A nanobot entonces construir
las secuencias de aminoacidos de los genes expresados .

No habria beneficios significativos en la adopcion de un mecanismo de ese tipo .
Podriamos eliminar la acumulacion de errores de transcripcion de ADN , una fuente
importante del proceso de envejecimiento . Podriamos introducir cambios en el ADN
de reprogramar esencialmente nuestros genes (algo que vamos a ser capaces de hacer
mucho antes de esta situacion, el uso de tecnicas de terapia genica) . Tambien nos

gustaria ser capaces de derrotar a los patogenos biologicos
(bacterias, virus y celulas
cancerosas) , bloqueando la replicacion no deseada de informacion genetica.

Nucleus Nanobot – Based

(diagrama rotulado)

Con este sistema de nanoingenieria la arquitectura broadcast recomendado nos
permitiria desactivar la replicacion no deseada , derrotando asi el cancer , las
reacciones autoinmunes y otros procesos patologicos. Aunque la mayoria de estos
procesos de enfermedad ya habran sido derrotados por los metodos de la
biotecnologia se describen en la seccion anterior, la reingenieria de la computadora
de la vida utilizando la nanotecnologia podria eliminar todos los obstaculos y crear un
nivel de durabilidad y flexibilidad que va mas alla de las capacidades propias de la
biologia.

La punta del brazo de robot seria utilizar la capacidad del ribosoma para poner en
practica las reacciones enzimaticas para romper un aminoacido individual, cada uno
de los cuales esta unido a un ARNt especifico , y para conectarlo a su aminoacido
contiguo utilizando un enlace peptidico . Por lo tanto , tal sistema podria utilizar
fracciones de la misma ribosoma , ya que esta maquina biologica es capaz de
construir la cadena de requisito de aminoacidos .

Sin embargo, el objetivo de la fabricacion molecular no es meramente para replicar
las capacidades molecular de montaje de la biologia . Los sistemas biologicos se
limitan a la construccion de los sistemas de la proteina , la cual tiene profundas
limitaciones en fuerza y velocidad . Aunque las proteinas biologicas son
tridimensionales , la biologia esta restringido a esa clase de productos quimicos que
se pueden plegar de una cadena unidimensional de aminoacidos .

Nanobots

construidos a partir de los engranajes diamantina y rotores tambien pueden ser miles
de veces mas rapido y mas fuerte que las celulas biologicas .
La comparacion es aun mas dramatico con respecto a la computacion : la velocidad
de conmutacion de la computacion basada en nanotubos seria millones de veces mas
rapido que la velocidad de transaccion extremadamente lento de la conmutacion
electroquimica utilizada en las conexiones interneuronales de mamiferos .
El concepto de un ensamblador diamondoid descrito anteriormente utiliza un material
de entrada constante (para construccion y combustible) , lo que representa una de las
varias protecciones contra replica a escala molecular de los robots en forma
incontrolada en el mundo exterior . Robot replica de la biologia , el ribosoma ,
tambien requiere fuente cuidadosamente controlado y materiales combustibles , que
son provistos por nuestro sistema digestivo. AB replicadores nanobased se vuelven
mas sofisticados , mas capaz de extraer atomos de carbono y fragmentos moleculares
a base de carbono de menos materiales de origen bien controlados , y capaz de
funcionar fuera de los recintos controlados replicador tales como en el mundo
biologico , tendran el potencial de presentar un grave amenaza para ese mundo. Esto
es particularmente cierto en vista de la mucho mayor fuerza y velocidad de
replicadores nanobased a traves de cualquier sistema biologico . Esa capacidad es ,
por supuesto , la fuente de gran controversia , que se discute en el capitulo 8 .
En la decada transcurrida desde la publicacion de nanosistemas de Drexler , cada
aspecto del diseno conceptual de Drexler ha sido validada a traves del diseno
proposals.81 simulaciones en supercomputadoras adicionales , y, lo mas importante ,
la construccion real de maquinas moleculares relacionados. Boston

College profesor
de quimica T. Ross Kelly informo que se construyo una nanomotor propulsado
quimicamente de setenta y ocho atoms.[82] Un grupo de investigacion biomolecular
dirigida por Carlo Montemagno creado un ATP como combustible nanomotor.[83] Otro
motor de tamano molecular alimentado por energia solar era creado a partir de
cincuenta y ocho atomos de Ben Feringa de la Universidad de Groningen en los
avances similares Netherlands.[84] se ha hecho en otros componentes mecanicos a
escala molecular , tales como engranajes , rotores, y palancas. Sistemas que
demuestran el uso de energia quimica, energia acustica (como se describe
originalmente por Drexler) se han disenado , simulado , y en realidad construida .
Tambien se han logrado avances sustanciales en el desarrollo de diversos tipos de
componentes electronicos de los dispositivos a escala molecular , particularmente en
el area de los nanotubos de carbono, un area que Richard Smalley ha sido pionera .
Los nanotubos tambien han demostrado ser muy versatil como un componente
estructural. Una cinta transportadora construida a partir de los nanotubos se demostro
recientemente por cientificos del Lawrence Berkeley National Laboratory.[85] La cinta
transportadora nanoescala se utilizo para el transporte de pequenas particulas de indio
a partir de una ubicacion a otra , aunque la tecnica podria ser adaptado para mover
una variedad de molecula de tamano objetos . Mediante el control de una corriente
electrica aplicada al dispositivo , la direccion y velocidad de movimiento pueden ser
modulados . "Es el equivalente de girar una perilla ... y tomar el control macro-escala
de transporte de masa a nanoescala ", dijo Chris Regan, uno de los disenadores . "Y
es reversible : se puede cambiar la polaridad de la corriente y la

unidad del indio de
nuevo a su posicion original. " La capacidad de rapidamente bloques de construccion
de tamano molecular de transporte a lugares precisos es un paso clave hacia la
construccion de lineas de ensamblaje molecular.
Un estudio realizado para la NASA por General Dynamics ha demostrado la
posibilidad de auto-replicante nanoescala machines.[86] Usando simulaciones por
ordenador , los investigadores demostraron que los robots moleculares precisos
llamados automatas celulares cinematica , construido a partir de modulos moleculares
reconfigurables , eran capaces de reproducirse . Los disenos tambien utilizan la
arquitectura de difusion, que establecio la viabilidad de esta forma mas segura de
autorreplicacion .
ADN ha demostrado ser tan versatil como los nanotubos para la construccion de
estructuras moleculares. La proclividad de ADN para enlazar con la propia hace que
sea un componente estructural de utilidad. Futuros disenos pueden combinar este
atributo , asi como su capacidad para almacenar informacion . Tanto los nanotubos y
el ADN tienen propiedades excepcionales para el almacenamiento de la informacion
y de control logico , asi como para la construccion de estructuras tridimensionales
fuertes .
Un equipo de investigadores de la Universidad Ludwig Maximilians de Munich ha
construido una "mano de ADN " que puede seleccionar una de varias proteinas , se
unen a ella, y luego soltarlo en command.[87] pasos importantes en la creacion de un
mecanismo de ensamblador ADN similar al ribosoma se demostro recientemente por
los investigadores de nanotecnologia Shiping Liao y Nadrian Seeman.[88] agarrar y
soltar objetos moleculares en forma controlada es otra capacidad que permite

importantes para el montaje nanotecnologia molecular.
Los cientificos del Instituto de Investigacion Scripps demostraron la capacidad para
crear bloques de construccion de ADN mediante la generacion de muchas copias de
una hebra 1669 - de nucleotidos de ADN que se habia colocado cuidadosamente auto
- complementarias regions.[89] Las hebras de auto - ensamblado espontaneamente en
octaedros rigidos , que podria ser utilizado como bloques para estructuras
tridimensionales elaboradas . Otra aplicacion de este proceso podria ser emplear los
octaedros como compartimentos para entregar las proteinas, que Gerald F. Joyce ,
uno de los investigadores de Scripps , llamado "virus a la inversa. " Los virus , que
son tambien auto-montaje , por lo general tienen capas externas de proteinas con el
ADN (o ARN) en el interior . "Con esto, " Joyce senala, " podria , en principio, el
ADN en el exterior y las proteinas en el interior.
Un particularmente impresionante demostracion de un dispositivo de nanoescala
construido a partir de ADN es un pequeno robot bipedo que puede caminar en las
piernas que son diez nanometros long.[90] Tanto las piernas y la pista para caminar se
construyen a partir de ADN , de nuevo elegido para la capacidad de la molecula para
unir y separar en si de una manera controlada . El nanorobot , un proyecto de quimica
profesores Nadrian Seeman y William Sherman de la Universidad de Nueva York,
pasa por separar las patas de la pista, que baja , y luego volver a colocar las patas a la
pista. El proyecto es otra impresionante demostracion de la capacidad de las
maquinas a nanoescala para ejecutar maniobras precisas .
Un metodo alternativo para el diseno de nanobots es aprender de la naturaleza.
Nanotechnologist Michael Simpson, del Laboratorio Nacional de Oak Ridge describe
la posibilidad de que las bacterias que explotan " como la maquina

de ready- made [s
] ". Las bacterias , que son objetos nanobot de tamano natural, son capaces de
moverse , nadar, y la bomba de liquidos. [91] Linda Turner, cientifico en el Instituto
Rowland en Harvard, se ha centrado en sus brazos hilo de tamano , llamados fimbrias
, que son capaces de realizar una amplia variedad de tareas, incluyendo llevar otros
objetos a nanoescala y liquidos de mezcla. Otro enfoque es usar solo partes de las
bacterias . Un grupo de investigacion dirigido por Viola Vogel de la Universidad de
Washington construyo un sistema que utiliza solo los miembros de la bacteria E. coli
que fue capaz de resolver cuentas nanometricas de diferentes tamanos. Puesto que las
bacterias son sistemas a nanoescala naturales que pueden realizar una amplia
variedad de funciones, el objetivo final de esta investigacion es realizar ingenieria
inversa a las bacterias para que los mismos principios de diseno se puede aplicar a
nuestros propios disenos nanobots .

Los dedos gordos y pegajosos (sticky fingers)

Como consecuencia del desarrollo en rapida expansion de cada faceta de sistemas
nanotecnologicos futuras , ningun defecto grave en concepto nanoassembler de
Drexler se ha descrito . Una objecion muy publicitado en 2001 por el premio Nobel
Richard Smalley en Scientific American se basa en una descripcion distorsionada de
la propuesta Drexler ; [92] no abordo el amplio cuerpo de trabajo que se ha llevado a
cabo en la ultima decada . Como pionero de los nanotubos de carbono Smalley ha
sido entusiasta acerca de una variedad de aplicaciones de la nanotecnologia , despues
de haber escrito que " la nanotecnologia tiene la respuesta , en la medida en que hay
respuestas , la mayoria de nuestras necesidades materiales apremiantes en materia de
energia , la salud , la comunicacion , el transporte, alimentos, agua,

" pero sigue
siendo esceptico sobre el montaje nanotecnologia molecular. Smalley describe ensamblador de Drexler como un conjunto de entre cinco y diez "
dedos " (brazos manipuladores) para sujetar , mover y colocar cada atomo en la
maquina que se esta construyendo. A continuacion pasa a senalar que no hay espacio
para tantos dedos en el espacio reducido en el que un nanorobot molecular -conjunto
tiene que trabajar (lo que el llama el " dedos gordos" problema) y que estos dedos
tendrian dificultades para dejar ir ' de su carga atomica debido a fuerzas de atraccion
molecular (los " dedos pegajosos " problema) . Smalley tambien senala que un "
complejo vals en tres dimensiones ... se lleva a cabo " de cinco a quince atomos en
una reaccion quimica tipica .
De hecho , la propuesta de Drexler no se parece en nada a la descripcion del hombre
de paja que Smalley critica . La propuesta de Drexler, y la mayoria de los que han
seguido , utiliza un solo "dedo ". Por otra parte , se han producido extensas
descripciones y analisis de quimica punta viables que no implican sujetar y colocar
los atomos como si fueran piezas mecanicas para ser depositados en el lugar. Ademas
de los ejemplos que se encuentra arriba (por ejemplo, la mano de ADN) , la
viabilidad de los atomos de hidrogeno se mueven con " abstraccion de hidrogeno
propinilo " punta de Drexler se ha confirmado ampliamente en la intervencion anos.[93]
La capacidad del microscopio de sonda de barrido (SPM) , desarrollado en IBM en
1981 , y el microscopio de fuerza atomica mas sofisticado (AFM) para colocar los
atomos individuales a traves de reacciones especificas de una punta con una
estructura a escala molecular proporciona una prueba adicional del concepto .
Recientemente, los cientificos de la Universidad de Osaka utilizan

un AFM para
mover los atomos no conductores individuales con un mecanico en lugar de electrica
technique. [94] La capacidad de mover ambos atomos y moleculas conductoras y no
conductoras se necesitara para el futuro nanotechnology. [95] molecular
En efecto, si la critica de Smalley fueron validos , ninguno de nosotros estaria aqui
para hablar de ello , porque la vida misma seria imposible, ya que el ensamblador de
la biologia hace exactamente lo que dice Smalley es imposible. Smalley tambien objetos que , a pesar de "trabajar furiosamente , ... generando
incluso una pequena cantidad de un producto tomarian [a nanobot] ... millones de
anos . " Smalley es correcta , por supuesto , que un ensamblador con solo un nanobot
no produciria ningun cantidades apreciables de un producto . Sin embargo , el
concepto basico de la nanotecnologia es que vamos a utilizar miles de millones de
nanobots para lograr resultados significativos - un factor que es tambien la fuente de
los problemas de seguridad que han recibido tanta atencion. La creacion de esta
cantidad de nanobots a un costo razonable requerira autorreplicacion en algun nivel,
mientras que la solucion de la cuestion economica introducira potencialmente graves
peligros , una preocupacion que me referire en el capitulo 8 . Biologia utiliza la
misma solucion para crear organismos con billones de celulas , y de hecho nos
encontramos con que practicamente todas las enfermedades se derivan de proceso de
auto - replicacion de biologia ido mal .
Retos anteriores en los conceptos fundamentales nanotecnologia tambien se han
abordado con eficacia. Los criticos senalaron que nanobots podrian ser objeto de
bombardeos por la vibracion termica de los nucleos , atomos y moleculas. Esta es una
razon disenadores conceptuales de la nanotecnologia han hecho

hincapie en la
construccion de componentes estructurales de diamantina o nanotubos de carbono .
El aumento de la resistencia o rigidez de un sistema reduce su susceptibilidad a los
efectos termicos . El analisis de estos disenos de ellos ha demostrado ser miles de
veces mas estables en presencia de los efectos termicos que son sistemas biologicos ,
por lo que puede funcionar en una temperatura mas amplio, muy range.[96]
Retos similares fueron hechas con respecto a la incertidumbre posicional de los
efectos cuanticos , basado en el extremadamente pequeno tamano de la caracteristica
de los dispositivos de nanoingenieria . Los efectos cuanticos son importantes para un
electron , pero un solo nucleo del atomo de carbono es mas de veinte mil veces mas
masivo que un electron. A nanobot se construira de millones a miles de millones de
atomos de carbono y de otros , por lo que es hasta miles de millones de veces mas
masivo que un electron. Al conectar esta relacion en la ecuacion fundamental para la
incertidumbre posicional cuantica muestra que es un insignificante factor.[97]
El poder se ha representado otro desafio. Las propuestas que implican celulas de
combustible de glucosa- oxigeno se han mantenido bien en los estudios de viabilidad
por Freitas y others. [98] Una ventaja del enfoque de la glucosa - oxigeno es que las
aplicaciones nanomedicina pueden aprovechar la glucosa , oxigeno , y los recursos de
ATP ya proporcionado por el sistema digestivo humano . Un motor de nanoescala se
creo recientemente con helices hechas de niquel y alimentado por un ATP basada
enzyme.[99] Sin embargo , los recientes avances en la implementacion a gran escala
MEMS e incluso las celulas de combustible de hidrogeno-oxigeno nanoescala ha
proporcionado un enfoque alternativo , que yo denuncio a

continuacion.

El debate se calienta

En abril de 2003 Drexler desafio articulo de Scientific American de Smalley con un abierto letter.[100] Citando veinte anos de investigacion por si mismo y los demas, la carta respondio especificamente a la grasa y pegajosos dedos de las objeciones de Smalley . Como dije anteriormente, ensambladores moleculares nunca fueron descritas como dedos en absoluto, sino mas bien depender de la colocacion exacta de las moleculas reactivas . Drexler cita enzimas biologicas y ribosomas como ejemplos de ensamblaje molecular exacta en el mundo natural. Drexler cierra citando la observacion del propio Smalley, " Cuando un cientifico dice que algo es posible, probablemente estan subestimando cuanto tiempo va a tomar. Pero si dicen que es imposible, probablemente estan equivocados. "

Tres rondas mas de este debate se produjo en 2003 . Smalley respondio a la carta abierta de Drexler por dar marcha atras de sus grasas - y pegajosos dedos objeciones y reconociendo que las enzimas y ribosomas de hecho participan en el ensamblaje molecular preciso que Smalley indico anteriormente era imposible. Smalley luego argumento que las enzimas biologicas funcionan solo en agua y que esa quimica a base de agua se limita a estructuras biologicas como "madera, carne y hueso. " Como Drexler ha indicado , esto, tambien , es erroneo.[101] Muchas enzimas , incluso los que trabajan habitualmente en agua , tambien puede funcionar en disolventes organicos anhidros , y algunas enzimas puede operar sobre sustratos en la fase de vapor , sin liquido en absoluto . [102]

Smalley prosigue afirmando (sin ninguna deduccion o las citaciones) que las reacciones enzimaticas similares pueden tener lugar solo con enzimas biologicas y en las reacciones quimicas relacionadas con el agua . Esto tambien es

un error . Profesor
del MIT de la quimica y la ingenieria biologica Alexander Klibanov demostro como
no acuosos (que no impliquen el agua) catalisis enzimatica en 1984. Klibanov
escribe en 2003 : " Es evidente que las declaraciones [de Smalley] sobre la catalisis
enzimatica acuosa son correctos . Ha habido cientos y quizas miles de articulos
publicados sobre la catalisis enzimatica acuosa desde nuestro primer articulo fue
publicado hace 20 anos. " [103]
Es facil ver por que la evolucion biologica adopto la quimica a base de agua . El agua
es una sustancia muy abundante en nuestro planeta , y constituye el 70 al 90 por
ciento de nuestro cuerpo , nuestra comida , y de hecho de toda la materia organica.
Las propiedades electricas tridimensionales de agua son muy potentes y pueden
romper los fuertes enlaces quimicos de otros compuestos. El agua se considera " el
solvente universal ", y ya que esta involucrado en la mayoria de los procesos
bioquimicos en nuestro cuerpo podemos considerar a la quimica de la vida en nuestro
planeta, sobre todo como la quimica del agua . Sin embargo , el empuje principal de
nuestra tecnologia ha sido el desarrollo de sistemas que no se limitan a las
restricciones de la evolucion biologica , que adopto exclusivamente quimica y
proteinas como su fundacion a base de agua . Los sistemas biologicos pueden volar,
pero si quieres volar a nueve mil metros y en cientos o miles de kilometros por hora ,
usted seria utilizar nuestra tecnologia moderna , no proteinas. Los sistemas biologicos
, como el cerebro humano puede recordar las cosas y hacer calculos , pero si usted
quiere hacer mineria de datos en miles de millones de elementos de informacion , que
quieren utilizar la tecnologia electronica, no cerebros humanos sin ayuda .

Smalley esta haciendo caso omiso de la ultima decada de la investigacion sobre
medios alternativos de fragmentos moleculares de posicionamiento que utilizan
reacciones moleculares precision guiadas. Sintesis controlada con precision de
material diamondoid ha sido ampliamente estudiado , incluyendo la capacidad de
eliminar un unico atomo de hidrogeno de un diamante hidrogenado surface[104] y la
posibilidad de anadir uno o mas atomos de carbono a un diamante surface.[105]
La investigacion relacionada apoyar la viabilidad de la extraccion de hidrogeno y la
sintesis de diamantina precision guiada se ha llevado a cabo en los Materiales y el
Centro de Simulacion de procesos en Caltech , el departamento de ciencia de los
materiales e ingenieria en la Universidad Estatal de Carolina del Norte , el Instituto
de Fabricacion Molecular de la Universidad de Kentucky ; la Academia Naval de
EE.UU. , y el Palo Alto Investigacion Center.[106] Xerox
Smalley tambien evita mencionar el SPM bien establecida se ha mencionado
anteriormente , que utiliza reacciones moleculares controladas con precision . A partir
de estos conceptos , Ralph Merkle ha descrito las posibles reacciones de punta que
podria incluir hasta cuatro reactants.[107] Hay una extensa literatura sobre reacciones
especificas del sitio que tienen el potencial para ser guiado con precision y por
lotanto podria ser factible para la quimica de la punta en un molecular assembler.[108]
Recientemente, muchas herramientas que van mas alla de SPM estan surgiendo que
se pueden manipular con fiabilidad atomos y fragmentos moleculares.
El 3 de septiembre de 2003, Drexler respondio a la respuesta de Smalley a su carta
inicial, aludiendo una vez mas a la gran cantidad de literatura que Smalley no
address.[109] Cito la analogia con una fabrica moderna , solo que a

una escala
nanometrica . Se refirio a los analisis de la teoria del estado de transicion que indica
que el control de posicion seria factible a frecuencias megahertz para reactivos
seleccionados adecuadamente.
Smalley respondio de nuevo con una carta en la que le faltan las citas especificas e
investigaciones en curso y largo en metaphors.[110] imprecisos , escribe, por ejemplo,
que " al igual que no se puede hacer un chico y una chica se enamoran entre si
simplemente empujandolos juntos, no se puede hacer la quimica precisa ocurren
como se desee entre dos objetos moleculares con movimiento mecanico simple " ....
[Esto] no se puede hacer simplemente mushing dos objetos moleculares juntos.
Volvio reconoce que las enzimas de hecho lograr esto , pero se niega a aceptar que
estas reacciones pueden tener lugar fuera de un sistema de biologia como: " Por eso
me llevo que ... para hablar de la quimica real con enzimas reales .... [A] ny dicho
sistema se necesita un medio liquido. Para las enzimas que conocemos , que el
liquido tendra que ser el agua , y los tipos de cosas que pueden ser sintetizados con
agua todo no puede ser mucho mas amplia que la carne y el hueso de la biologia " .
El argumento de Smalley es de la forma " No tenemos X hoy en dia, por lo tanto, X
es imposible. " Nos encontramos con esta clase de argumentacion en varias ocasiones
en el area de la inteligencia artificial. Los criticos citan las limitaciones de los
sistemas de hoy en dia como prueba de que esas limitaciones son inherentes y no
pueden ser superados. Por ejemplo , los criticos ignoran la extensa lista de ejemplos
contemporaneos de AI (consulte la seccion " A AI Sampler estrecha " en la p . 279)
que representan los sistemas de trabajo disponibles en el mercado que son solo

programas de investigacion hace una decada.
Los que tratan de proyectar hacia el futuro sobre la base de metodologias bien
fundadas estan en desventaja . Ciertas realidades futuras pueden ser inevitables, pero
que aun no son evidentes, por lo que son faciles de negar. Un pequeno cuerpo de
pensamiento a principios del siglo XX, insistio en que vuelo mas pesado que el aire
era factible , pero los escepticos tradicionales podria simplemente senalar que si era
tan factible , .por que nunca se ha demostrado ?
Smalley revela al menos parte de sus moviles al final de su carta mas reciente ,
cuando escribe :
Hace unas semanas di una charla sobre la nanotecnologia y la energia titulado " Ser
un cientifico , Save the World" a cerca de 700 estudiantes de secundaria y
preparatoria en el Spring Branch ISO , un gran sistema de escuelas publicas aqui en
el area de Houston . En preparacion para mi visita se pidio a los estudiantes que
escriban un ensayo sobre "por que soy un Nanogeek " . Cientos respondido , y tuve el
privilegio de leer los 30 ensayos , recogiendo mi top 5 favorito. De los ensayos que
lei, casi la mitad asumieron que nanobots autorreplicantes eran posibles, y la mayoria
estaban profundamente preocupados por lo que sucedera en el futuro , ya que estos
nanobots repartidos por todo el mundo . Hice lo que pude para disipar sus temores ,
pero no hay duda de que muchos de estos jovenes han contado un cuento que es
profundamente preocupante.
Usted y la gente que te rodea ha asustado a nuestros hijos .
Me gustaria senalar que Smalley que los criticos anteriores tambien expresaron
escepticismo de que las redes de comunicacion de todo el mundo , ya sea virus o
software que se distribuyen a traves de ellos eran viables . Hoy en dia, tenemos tanto
los beneficios como las vulnerabilidades de estas capacidades. Sin

embargo, junto
con el peligro de virus de software ha surgido un sistema inmunologico tecnologico.
Estamos obteniendo mas ganancia que danos de este ultimo ejemplo de la promesa y
el peligro entrelazados.
El enfoque de Smalley para tranquilizar a la poblacion sobre el abuso potencial de
esta nueva tecnologia no es la estrategia correcta. Al negar la posibilidad de reunion
basado en la nanotecnologia , tambien esta negando su potencial. Negar tanto la
promesa y el peligro de ensamblaje molecular en ultima instancia, contraproducente y
dejara de guiar la investigacion en la direccion constructiva necesaria . Por la decada
de 2020 ensamblaje molecular proporcionara herramientas para luchar eficazmente
contra la pobreza , la limpieza de nuestro medio ambiente , superar la enfermedad ,
prolongar la longevidad humana , y muchas otras actividades que valen la pena .
Como cualquier otra tecnologia que la humanidad ha creado , sino que tambien se
puede utilizar para amplificar y permitira a nuestro lado destructivo . Es importante
que nos acercamos a esta tecnologia de una manera bien para ganar los profundos
beneficios que promete , y evitar sus peligros tempranos.

Los primeros en adoptar

Aunque el concepto de nanotecnologia de Drexler se ocupa principalmente de control
molecular preciso de fabricacion , se ha ampliado para incluir cualquier tecnologia en
la que las principales caracteristicas se miden por un numero modesto de nanometros
(generalmente menos de cien) . Asi como la electronica contemporanea ya ha
deslizado en silencio en este ambito , el ambito de las aplicaciones biologicas y
medicas que ya ha entrado en la era de la nanoparticulas, en el que se desarrollan los
objetos a escala nanometrica para crear pruebas y tratamientos mas eficaces. Aunque

las nanoparticulas se crean utilizando metodos estadisticos de fabricacion en lugar de
ensambladores , que , sin embargo, se basan en sus propiedades a escala atomica por
sus efectos . Por ejemplo , se estan empleando nanoparticulas en ensayos biologicos
experimentales como etiquetas y etiquetas para mejorar en gran medida la
sensibilidad en la deteccion de sustancias tales como proteinas. Nanotags magneticos,
por ejemplo, se puede utilizar para enlazar con los anticuerpos , que pueden ser leidos
utilizando sondas magneticas , mientras que todavia en el interior del cuerpo. El exito
de los experimentos se han llevado a cabo con nanoparticulas de oro que estan
enlazados a los segmentos de ADN y puede probar rapidamente para secuencias
especificas de ADN en una muestra. Pequenas cuentas de nanoescala llamados puntos
cuanticos pueden ser programados con codigos especificos que combinan multiples
colores , similar a un codigo de barras de color , que pueden facilitar el seguimiento
de sustancias a traves del cuerpo .
Emergentes dispositivos micro fluidos , que incorporan canales a nanoescala , se
puede ejecutar cientos de pruebas simultaneamente en muestras pequenas de una
sustancia determinada. Estos dispositivos permitiran a extensas pruebas que se
llevaron a cabo en muestras de sangre casi invisibles , por ejemplo .
Andamios nanoescala se han utilizado para crecer tejidos biologicos tales como la
piel . Terapias futuras podrian utilizar estos diminutos andamios para cultivar
cualquier tipo de tejido necesario para las reparaciones en el interior del cuerpo .
Una aplicacion particularmente interesante es aprovechar las nanoparticulas para
suministrar tratamientos a sitios especificos en el cuerpo . Las nanoparticulas pueden
guiar a las drogas en las paredes celulares y a traves de la barrera sangre - cerebro .

Cientificos de la Universidad McGill en Montreal demostraron una nanopill con
estructuras en los 25 - a 45 nanometros range.[111]
El nanopill es lo suficientemente pequeno para pasar a traves de la pared celular y
proporciona medicamentos directamente a las estructuras especificas dentro de la
celula .
Los cientificos japoneses han creado nano-cajas de 110 moleculas de aminoacidos ,
cada uno moleculas de drogas que sostienen . Adherida a la superficie de cada
nanocage es un peptido que se une a los sitios de destino en el cuerpo humano . En un
experimento los cientificos utilizan un peptido que se une a un receptor especifico en
el higado humano cells.[112]
Microchips de Bedford , Massachusetts , ha desarrollado un dispositivo
computarizado que se implanta debajo de la piel y proporciona mezclas precisas de
medicamentos a partir de cientos de pozos a nanoescala en el interior del device.[113]
Se espera que las futuras versiones del dispositivo para que sea capaz de medir los
niveles en sangre de sustancias tales como glucosa . El sistema se podria utilizar
como un pancreas artificial , la liberacion de cantidades precisas de la insulina sobre
la base de la respuesta de glucosa en sangre . Tambien seria capaz de simular
cualquier otro organo que produce hormonas . Si los ensayos van bien, el sistema
podria estar en el mercado antes de 2008.
Otra propuesta innovadora es guiar a las nanoparticulas de oro a un sitio del tumor , a
continuacion, calentar ellos con rayos infrarrojos para destruir las celulas cancerosas .
Paquetes de nanoescala pueden ser disenados para contener medicamentos ,
protegerlos a traves del tracto GI , guiarlos a lugares especificos, y luego liberarlos en
formas sofisticadas , incluyendo lo que les permite recibir instrucciones desde fuera

del cuerpo . Nanotherapeutics en Alachua , Florida, ha desarrollado un polimero
biodegradable solo unos nanometros de espesor que utiliza esta approach.[114]

Alimentación de la Singularidad

Producimos alrededor de 14 billones de dolares (cerca de 10^{13}) vatios de potencia de
hoy en el mundo . De esta energia un 33 por ciento proviene del petroleo , el 25 por
ciento del carbon, el 20 por ciento del gas, el 7 por ciento de los reactores nucleares
de fision, 15 % de la biomasa y de las fuentes hidroelectricas , y solo el 0,5 % de la
energia solar renovable, eolica y geotermica technologies.[115] contaminacion de la
atmosfera y las contribuciones significativas a agua y otras formas de contaminacion
del resultado de la extraccion, transporte, procesamiento y usos de los 78 % de
nuestra energia proviene de combustibles fosiles. La energia que se obtiene a partir de
aceite tambien contribuye a las tensiones geopoliticas , y hay el pequeno detalle de su
precio por ano $ 2,000,000,000,000 de toda esta energia . Aunque las fuentes de
energia de la era industrial que dominan la produccion de energia de hoy seran mas
eficientes con los nuevos basados en la nanotecnologia metodos de extraccion ,
conversion y transmision , es la categoria de renovables que tendran que soportar la
mayor parte del futuro crecimiento de la energia .

En 2030 el precio - rendimiento de la computacion y la comunicacion aumentara en
un factor de diez hasta cien millones en comparacion con la actualidad. Otras
tecnologias tambien seran sometidos a enormes aumentos en la capacidad y
eficiencia. Los requerimientos de energia creceran mucho mas lentamente que la
capacidad de las tecnologias, sin embargo , en gran medida debido a la mayor
eficiencia en el uso de la energia , que discuto mas abajo . Una consecuencia

principal de la revolucion de la nanotecnologia es que las tecnologias fisicas, tales
como la manufactura y la energia , se convertira rige por la ley de los retornos
acelerados . Todas las tecnologias se convertiran en esencia, tecnologias de la
informacion , incluida la energia .
Las necesidades de energia en todo el mundo se han estimado que se duplique para
2030, mucho menos que el crecimiento economico previsto , y mucho menos el
crecimiento esperado en la capacidad de technology.[116] La mayor parte de la energia
adicional necesaria es probable que proceda de nuevo a nanoescala solar , eolica y
geotermica tecnologias . Es importante reconocer que la mayoria de las fuentes de
energia representan hoy en dia la energia solar de una forma u otra .
Los combustibles fosiles representan la energia almacenada en la conversion de la
energia solar por los animales y las plantas y los procesos relacionados a lo largo de
millones de anos (aunque la teoria de que los combustibles fosiles se originaron a
partir de organismos vivos ha sido cuestionada recientemente) . Sin embargo, la
extraccion de petroleo de los pozos de petroleo de alta calidad se encuentra en un
pico , y algunos expertos creen que es posible que ya hemos pasado ese pico. Esta
claro , en todo caso, que estamos agotando rapidamente los combustibles fosiles
facilmente accesibles. Tenemos los recursos de combustibles fosiles mucho mas
grandes que requieren tecnologias mas sofisticadas para extraer de manera limpia y
eficiente (como el carbon y el petroleo de esquisto) , y que sera parte del futuro de la
energia. Se espera que una planta de demostracion de mil millones de dolares llamado
FutureGen , ahora en construccion , siendo la primera planta de energia con cero
emisiones del mundo basado en fuels.[117] fosiles lugar de

simplemente quemar
carbon , como se hace hoy en dia, la planta de 275 millones de vatios se convertir el
carbon a un gas de sintesis que comprende hidrogeno y monoxido de carbono , que a
su vez reaccionar con vapor para producir corrientes discretas de hidrogeno y dioxido
de carbono , el cual sera secuestrado . El hidrogeno se puede utilizar en pilas de
combustible o de lo contrario se convierte en electricidad y agua . La clave para el
diseno de la planta son nuevos materiales para membranas que el hidrogeno y el
carbono dioxido separada .
Nuestro enfoque principal , sin embargo, sera en el desarrollo de energia limpia,
renovable y distribuida, y las tecnologias energeticas seguras posible gracias a la
nanotecnologia. Durante las ultimas decadas, las tecnologias de energia han estado en
el lento declive de la era industrial S - curva (la ultima etapa de un paradigma de la
tecnologia especifica , cuando la capacidad se acerca lentamente a una asintota o
limite). A pesar de la revolucion de la nanotecnologia requerira nuevas fuentes de
energia , sino que tambien presentara las principales curvas S nuevo en todos los
aspectos de la produccion de energia, el almacenamiento, la transmision y la
utilizacion por la decada de 2020 .
Vamos a hacer frente a estas necesidades de energia en el orden inverso , empezando
por la utilizacion. Debido a la capacidad de la nanotecnologia para manipular la
materia y la energia en la extremadamente fina escala de los atomos y fragmentos
moleculares , la eficiencia de la utilizacion de la energia sera mucho mayor , lo que se
traducira en requerimientos de energia mas bajos . Durante las proximas decadas
computing va a hacer la transicion a la computacion reversible. (Ver " Los limites de
la computacion " en el capitulo 3 .) Como he dicho , la necesidad

de energia primaria
para la computacion con puertas logicas reversibles es corregir los errores ocasionales
de quantum y los efectos termicos . Como la computacion reversible resultado tiene
el potencial de reducir las necesidades de energia hasta en un factor de mil millones ,
en comparacion con la computacion reversible . Por otra parte , las puertas logicas y
bits de memoria seran mas pequenas , por lo menos un factor de diez en cada
dimension , la reduccion de las necesidades de energia por otro mil . Totalmente
desarrollado la nanotecnologia , por lo tanto , permitira a los requerimientos de
energia para cada interruptor bits que se reduzca en cerca de un billon de dolares. Por
supuesto , vamos a aumentar la cantidad de la computacion aun mas que esto, pero
esta eficiencia energetica aumentada sustancialmente compensado en gran medida a
esos aumentos .
Fabricacion mediante la fabricacion de nanotecnologia molecular tambien sera
mucho mas eficiente que la fabricacion contemporanea , que se mueve materiales a
granel de un lugar a otro de una manera relativamente desperdicio de energia .
Fabricacion de hoy tambien dedica enormes recursos energeticos para la produccion
de materiales basicos, como el acero . Un nanofabrica tipico sera un dispositivo de
mesa que puede producir productos que van desde los ordenadores a la ropa .
Productos grandes (tales como vehiculos , casas y nanofactories , incluso mas) se
produciran como subsistemas modulares que los robots mas grandes se pueden
montar . El calor residual , lo que explica la demanda de energia primaria para la
nanofabricacion , se capturara y se recicla .
Los requerimientos de energia para nanofactories son insignificantes . Drexler estima
que la fabricacion molecular sera un generador de energia en lugar

de un consumidor
de energia . Segun Drexler , " Un proceso de fabricacion molecular puede ser
impulsado por el contenido de energia quimica de los materiales de alimentacion , la
produccion de energia electrica como un subproducto (aunque solo sea para reducir
la carga de disipacion de calor) .... Uso de materia prima organica tipica , y
suponiendo que la oxidacion de los excedentes de hidrogeno, procesos
razonablemente eficientes de fabricacion moleculares son productores netos de
energia . " [118]
Los productos pueden ser hechas de nuevos materiales basados en nanotubos y
nanocompuesto , evitando la enorme energia que se utiliza hoy en dia para la
fabricacion de acero , titanio , y aluminio . Iluminacion basados en la nanotecnologia
va a utilizar , fresco, pequenos diodos emisores de luz , puntos cuanticos , u otras
fuentes de luz innovadoras para sustituir las bombillas incandescentes y fluorescentes
calientes, ineficientes.
Aunque la funcionalidad y el valor de los productos fabricados se elevara , tamano
del producto por lo general no aumentar (y, en algunos casos, como la mayoria de la
electronica , los productos se hacen mas pequenas) . El valor mas alto de los
productos manufacturados sera en gran medida el resultado de la expansion de su
valor de contenido de informacion . Aunque la tasa de deflacion mas o menos 50 por
ciento para los productos y servicios basados en la informacion continuara a lo largo
de este periodo, la cantidad de informacion valiosa se incrementara a un mayor , mas
que el ritmo de la compensacion.
Me referi a la ley de la aceleracion de rendimiento en su aplicacion a la comunicacion
de informacion en el capitulo 2 . La cantidad de informacion que se comunica seguira

creciendo de manera exponencial, pero la eficacia de la comunicacion crecera casi tan
rapido , por lo que los requerimientos de energia para la comunicacion se ampliara
lentamente.
La transmision de energia tambien se hara mucho mas eficiente . Una gran cantidad
de energia hoy en dia se pierde en la transmision debido al calor creado en lineas y
las ineficiencias de energia en el transporte de combustible , que tambien representan
un asalto primaria del medio ambiente. Smalley , a pesar de su critica a la
nanofabricacion molecular , ha sido, sin embargo un firme defensor de los nuevos
paradigmas basados en la nanotecnologia para la creacion y transmision de energia.
El describe las nuevas lineas de transmision de energia basados en nanotubos de
carbono tejidas en hilos largos que seran mucho mas fuerte , mas ligero, y lo mas
importante , mucho mas eficiente que el cobre convencional ones.[119] Tambien preve
energia utilizando cables superconductores para reemplazar los cables de aluminio y
cobre en los motores electricos para proporcionar una mayor eficiencia . Vision de un
futuro energetico nanoenabled de Smalley incluye toda una gama de nuevas
capacidades en la nanotecnologia habilitados : [120]
• Fotovoltaica : dejar caer el costo de los paneles solares por un factor de diez a cien .
• Produccion de hidrogeno : nuevas tecnologias para la produccion eficiente de
hidrogeno a partir de agua y la luz del sol .
• Almacenamiento de Hidrogeno: ligero, fuerte materiales para almacenamiento de
hidrogeno para pilas de combustible .
• Las pilas de combustible : dejar caer el costo de las pilas de combustible en un
factor de diez a cien .
• Las baterias y supercondensadores para almacenar energia: Mejorando la densidad
de almacenamiento de energia por un factor de diez a cien .

• Mejora de la eficiencia de los vehiculos tales como automoviles y aviones a traves
de los nanomateriales fuertes y ligeros.
• Fuertes, nanomateriales luz para la creacion de sistemas de captacion de energia a
gran escala en el espacio, incluyendo el la luna.
• Robots con la electronica a nanoescala con la inteligencia artificial para producir
automaticamente las estructuras de generacion de energia en el espacio y en la Luna.
• Nuevos nanomateriales para recubrimientos reducen en gran medida el costo de
perforacion profunda .
• nanocatalizadores para obtener mayores rendimientos de energia a partir de carbon ,
a temperaturas muy altas .
• nanofiltros para capturar el hollin creado a partir de la extraccion de carbon de alta
energia. El hollin es principalmente de carbono , que es un bloque de construccion
basico para la mayoria de los disenos de la nanotecnologia .
• Los nuevos materiales que permitan rocas fuentes de energia geotermica calurosos y
secos (conversion del calor de la Tierra nucleo caliente en energia) .
Otra opcion para la transmision de energia es la transmision inalambrica por
microondas . Este metodo seria especialmente adecuado para eficientemente la
energia del haz en el espacio creado por los paneles solares gigantes (vease mas
adelante) .[121] El Proyecto del Milenio del Consejo Americano para la Universidad de
las Naciones Unidas preve la transmision de energia de microondas como un aspecto
clave de " un lugar limpio, abundante futuro de la energia ". [122]
El almacenamiento de energia es hoy altamente centralizado , lo que representa una
vulnerabilidad importante en que los tanques de gas liquido natural y otras
instalaciones de almacenamiento son objeto de ataques terroristas , con efectos
potencialmente catastroficos . Camiones de petroleo y buques estan igualmente

expuestos. El paradigma emergente para almacenamiento de energia sera pilas de
combustible, que en ultima instancia ser ampliamente distribuidos a lo largo de
nuestra infraestructura , otro ejemplo de la tendencia de las instalaciones
centralizadas ineficientes y vulnerables a un sistema distribuido eficiente y estable .
Pilas de combustible de hidrogeno - oxigeno, con el hidrogeno suministrado por el
metanol y otras formas seguras de combustible rico en hidrogeno , se han hecho
progresos sustanciales en los ultimos anos . Una pequena empresa de Massachusetts,
integrados Fuel Cell Technologies , ha demostrado un MEMS (Micro System
Mechanical Electronic) combustible a base de cell.[123] Cada dispositivo de un sello de
correos de tamano contiene miles de celulas de combustible microscopicas e incluye
las lineas de combustible y controles electronicos . NEC planea introducir las pilas de
combustible basadas en nanotubos en un futuro proximo para los ordenadores
portatiles y otros electronics.[124] portatil Sostiene sus pequenas fuentes de energia se
ejecutara dispositivos de hasta cuarenta horas a la vez . Toshiba tambien se esta
preparando para las pilas de combustible portatiles devices.[125] electronica
Grandes pilas de combustible para aplicaciones impulsan , vehiculos e incluso casas
tambien estan haciendo avances impresionantes . Un informe de 2004 del
Departamento de Energia de EE.UU. llego a la conclusion de que las tecnologias
nanobased podrian facilitar todos los aspectos de un combustible car.[126] celular
alimentado por hidrogeno , por ejemplo , el hidrogeno debe almacenarse en tanques
fuertes pero ligeros que pueden soportar una presion muy alta . Los nanomateriales
como los nanotubos y nanocompuestos podrian proporcionar el material necesario

para tales recipientes . El informe preve pilas de combustible que producen energia
dos veces mas eficiente que los motores de gasolina de base , produciendo solo agua
como residuo .
Muchos disenos de pila de combustible contemporaneos utilizan metanol para
proporcionar hidrogeno, que a continuacion se combina con el oxigeno en el aire para
producir agua y energia . Metanol (alcohol de madera) , sin embargo , es dificil de
manejar , y presenta problemas de seguridad debido a su toxicidad e inflamabilidad .
Los investigadores de la Universidad de St. Louis han demostrado una pila de
combustible estable que utiliza etanol ordinaria (alcohol de grano potable) [127]
Este dispositivo emplea una enzima llamada deshidrogenasa que elimina los iones de
hidrogeno a partir de alcohol , que posteriormente reacciona con el oxigeno en el aire
para producir energia . La celula aparentemente funciona con casi cualquier tipo de
alcohol potable . " Hemos llevado a cabo en varios tipos ", informo Nick Akers , un
estudiante graduado que ha trabajado en el proyecto. " No le gustaba la cerveza
carbonatada y no parece aficionado de vino , pero cualquier otro funciona bien. "
Cientificos de la Universidad de Texas han desarrollado una celula de combustible
nanobot de tamano que produce electricidad directamente a partir de la reaccion de
glucosa y oxigeno en humanos blood.[128] Llamado un "bot vampiro " por los
comentaristas , la celula produce electricidad suficiente para la electronica
convencional de energia y podria ser utilizado para futuras nanobots sangre.
Cientificos japoneses que persiguen un proyecto similar estimado que su sistema
tenia el potencial teorico para producir un pico de cien vatios de la sangre de una
persona, aunque los dispositivos implantables usarian mucho

menos. (Un periodico
de Sydney observo que el proyecto sirvio de base para la premisa en las peliculas de
Matrix de la utilizacion de los seres humanos, las baterias.) [129]
Otro enfoque para convertir el azucar abundante que se encuentra en el mundo
natural en electricidad ha sido demostrado por Swades K. Chaudhuri y Derek R.
Lovley en la Universidad de Massachusetts . Su pila de combustible , que incorpora
microorganismos efectivos (la ferrireducens bacteria Rhodoferax) , cuenta con un
alto nivel de eficiencia del 81 % y casi no utiliza la energia en el modo de marcha en
vacio . Las bacterias producen electricidad directamente a partir de glucosa , sin
intermediario inestable subproductos . Las bacterias tambien utilizan el combustible
de azucar para reproducir , la reposicion de este modo a si mismos , lo que resulta en
la produccion estable y continua de energia electrica . Los experimentos con otros
tipos de azucares tales como fructosa , sacarosa , xilosa y tuvieron el mismo exito .
Las celdas de combustible basadas en esta investigacion podrian utilizar las bacterias
reales o , alternativamente , aplicar directamente las reacciones quimicas que las
bacterias facilitan . Ademas de alimentar nanobots en la sangre rica en azucar , estos
dispositivos tienen el potencial para producir energia a partir de productos de desecho
industriales y agricolas .
Los nanotubos tambien han demostrado la promesa de almacenamiento de energia en
forma de baterias a nanoescala, que pueden competir con el combustible
nanoingenieria cells.[130] Esto amplia aun mas la gran versatilidad de los nanotubos ,
que ya han puesto de manifiesto su destreza en la prestacion de computo
extremadamente eficiente, la comunicacion de la informacion, y la transmision de la
energia electrica, asi como en la creacion de materiales

estructurales extremadamente
fuertes .
El enfoque mas prometedor para la energia nanomateriales habilitado es de energia
solar , que tiene el potencial de proporcionar la mayor parte de nuestras necesidades
energeticas futuras de una manera completamente renovable , libre de emisiones , y
distribuida. La entrada de la luz solar a un panel solar es gratis. Alrededor de 10^{17}
vatios , o diez mil veces mas energia que los 10^{13} vatios de consumo corriente de la
civilizacion humana , la energia total de la luz solar que cae sobre la Tierra es mas
que suficiente para proveer para nuestra needs.[131] Como se menciono anteriormente,
a pesar de los enormes aumentos en el calculo y la comunicacion sobre el proximo
cuarto de siglo , y el crecimiento economico resultante, las mucho mayores
eficiencias energeticas de la nanotecnologia implica que las necesidades energeticas
aumentaran modestamente a una treintena de billones de vatios ($3 ox10^{13}$) por
2030.Wecould satisfacer toda esta necesidad de energia con energia solar solo, si
capturamos solo 0,0003 (tres diez milesimas) de la energia del sol , ya que golpea la
Tierra .
Es interesante comparar estas cifras con la produccion de energia metabolica total de
todos los seres humanos , que se estima por Robert Freitas en 10^{12} vatios , y el de
toda la vegetacion de la Tierra, a 10^{14} vatios. Freitas tambien estima que la cantidad
de energia que podria producir y utilizar sin alterar el equilibrio global de energia
requerida para mantener la ecologia biologica actual (mencionada por los
climatologos como el "limite hypsithermal ") es de alrededor de 10^{15} watts . Esto
permitiria a un numero muy importante de nanobots por persona para la inteligencia
fines de mejora y medicos, asi como otras aplicaciones , tales como

el suministro de
energia y la limpieza del medio ambiente . Estimacion de una poblacion mundial de
alrededor de diez mil millones (10_{10}), los seres humanos, Freitas estima alrededor de
10_{16} (diez mil billones) nanobots para cada ser humano seria aceptable dentro de este
limit.132 Necesitariamos solo 10_{11} nanobots (diez millonesimas de este limite) por
persona para colocar una en cada neurona .
En el momento en que tenemos la tecnologia de esta magnitud , tambien vamos a ser
capaces de aplicar la nanotecnologia para reciclar la energia mediante la captura de al
menos una parte significativa del calor generado por los nanobots y otros
nanomaquinaria y convertir el calor en energia . La forma mas eficaz de hacerlo seria
probablemente para construir el reciclaje de energia en el nanobot itself.[133] Esto es
similar a la idea de puertas logicas reversibles de calculo, en el que cada puerta logica
recicla esencialmente inmediatamente la energia que utiliza para su ultimo computo .
Tambien podriamos tirar de dioxido de carbono de la atmosfera para proporcionar el
carbono para nanomaquinaria , que podria revertir el aumento de dioxido de carbono
resultante de las tecnologias industriales de la era actual . Podriamos , sin embargo ,
queremos poner especial cuidado en hacer mas de revertir el aumento en las ultimas
decadas, para que no se reemplaza el calentamiento global con el enfriamiento global.
Los paneles solares han sido hasta la fecha relativamente ineficiente y costoso, pero
la tecnologia esta mejorando rapidamente. La eficiencia de conversion de energia
solar en electricidad ha avanzado de manera constante para las celulas fotovoltaicas
de silicio de alrededor del 4 por ciento en 1952 a 24 por ciento en 1992.[134] celulas
multicapa actuales proporcionan ahora alrededor del 34 por ciento de eficiencia . Un

analisis reciente de la aplicacion de nanocristales de la conversion de energia solar
indica que la eficiencia por encima del 60 por ciento parecen ser feasible.[135]
Hoy en dia la energia solar cuesta alrededor de $ 2.75 por watt.[136] Varias companias
estan desarrollando nanoescala.
Las celulas solares y la esperanza de reducir el costo de la energia solar por debajo de
otras fuentes de energia. fuentes de la industria indican que la energia solar una vez
que cae por debajo de 1,00 dolares por vatio , sera competitivo para el suministro
directo de electricidad a la red electrica de la nacion. Nanosolar tiene un diseno
basado en nanoparticulas de oxido de titanio que puede ser producido en masa en
peliculas flexibles muy delgados . CEO Martin Roscheisen estima que la tecnologia
tiene el potencial de reducir los costos de energia solar de unos cincuenta centavos
por vatio en 2006 , inferior a la de naturales gas.[137] Competidores Nanosys y Konarka
tienen proyecciones similares. Ya sea o no de planes de negocio filtra hacia fuera ,
una vez que tengamos MNT (nanotecnologia molecular) de fabricacion basada ,
vamos a ser capaces de producir paneles solares (y casi todo lo demas) muy barata ,
esencialmente en el costo de materias primas , de los cuales el carbono de bajo costo
es el principal. En un espesor estimado de varias micras , paneles solares podrian en
ultima instancia ser tan barato como un centavo por metro cuadrado. Podriamos
poner paneles solares eficientes en la mayoria de las superficies artificiales, tales
como edificios y vehiculos , e incluso incorporarlos a la ropa para la alimentacion de
los dispositivos moviles. Una tasa de conversion de 0,0003 para la energia solar debe
ser bastante factible, por lo tanto, y relativamente barato .
Superficies terrestres pueden ser aumentados por enormes paneles solares en el

espacio. Un satelite de la energia solar espacial ya disenado por la NASA podria
convertir la luz solar en el que el espacio para la electricidad y el rayo a la Tierra por
microondas. Cada uno de estos satelites puede proporcionar miles de millones de
vatios de electricidad , suficiente para que decenas de miles de homes.[138] Con circa
-2029 de fabricacion MNT , podriamos producir paneles solares de gran tamano
directamente en orbita alrededor de la Tierra , que solo requiere el envio de la materia
prima a las estaciones espaciales , posiblemente a traves del ascensor espacial
prevista, una cinta delgada , que se extiende desde un anclaje de a bordo a un
contrapeso mucho mas alla de la orbita geosincrona , hecha de un material llamado
nanotubo de carbono composite.[139]
Fusion Desktop tambien sigue siendo una posibilidad . Cientificos del Laboratorio
Nacional de Oak Ridge utilizan ondas de sonido ultrasonicas para sacudir un
disolvente liquido , haciendo que las burbujas de gas que se vuelven tan comprimen
alcanzaron temperaturas de millones de grados, lo que resulta en la fusion nuclear de
atomos de hidrogeno y la creacion de energy.[140] A pesar del amplio escepticismo en
los informes originales de la fusion fria en 1989 , este metodo ultrasonico ha tenido
una gran acogida por algunos companeros reviewers.[141] sin embargo , no se sabe lo
suficiente acerca de la viabilidad de la tecnica , por lo que su futuro papel en la
produccion de energia sigue siendo un tema de especulacion .

Las aplicaciones de la nanotecnología para el medio ambiente

Nuevas capacidades en nanotecnologia prometen un profundo impacto en el medio
ambiente. Esto incluye la creacion de nuevas tecnologias de fabricacion y de
procesamiento que reducira drasticamente las emisiones no deseadas , asi como la

remediacion de los efectos de la contaminacion antes de la era industrial . Por
supuesto , previendo nuestras necesidades de energia con recursos renovables no
contaminantes , la nanotecnologia habilitado como paneles de Nanosolar , como ya
comente anteriormente, sera claramente un esfuerzo importante en esta direccion.
Con la construccion de las particulas y dispositivos a escala molecular , no solo es el
tamano muy reducido y la superficie aumento, pero se introducen nuevas propiedades
electricas, quimicas y biologicas . La nanotecnologia eventualmente nos proporcione
un conjunto de herramientas muy ampliado para mejorar la catalisis, la quimica y la
union atomica , deteccion, y la manipulacion mecanica , por no hablar de control
inteligente a traves de la microelectronica mejoradas.
Por ultimo vamos a redisenar todos los procesos industriales para lograr los
resultados previstos con consecuencias minimas , como subproductos no deseados y
su introduccion en el medio ambiente . Hemos discutido en la seccion anterior una
tendencia similar en la biotecnologia : los agentes farmaceuticos de diseno inteligente
que realizan correctamente orientadas intervenciones bioquimicas con efectos
secundarios muy restringida. En efecto , la creacion de moleculas disenadas por la
nanotecnologia en si acelerar en gran medida la revolucion biotecnologica .
Investigacion en nanotecnologia contemporaneo y el desarrollo implica"dispositivos"
relativamente simples, tales como nanoparticulas , moleculas creadas a traves
nanocapas, y nanotubos . Las nanoparticulas , que comprenden entre decenas y miles
de atomos , son generalmente de naturaleza cristalina y utilizar las tecnicas de cristal
de crecimiento , ya que todavia no tenemos los medios para la fabricacion
nanomolecular precisa. Nanoestructuras constan de varias capas

que se autoensamblan.
Tales estructuras se llevan a cabo normalmente junto con hidrogeno o de
carbono de union y otras fuerzas atomicas . Las estructuras biologicas tales como
membranas celulares y el ADN en si son ejemplos naturales de nanoestructuras de
multiples capas .
Al igual que con todas las nuevas tecnologias , hay una desventaja de nanoparticulas :
la introduccion de nuevas formas de toxinas y otras interacciones imprevistas con el
medio ambiente y la vida. Muchos materiales toxicos , como el arseniuro de galio , ya
estan entrando en el ecosistema a traves de productos electronicos desechados . Las
mismas propiedades que permiten a las nanoparticulas y nanocapas para obtener
resultados beneficiosos muy concretas tambien pueden provocar reacciones
imprevistas , especialmente en los sistemas biologicos , tales como el suministro de
alimentos y de nuestros propios cuerpos. Aunque las regulaciones existentes pueden
en muchos casos ser eficaz en el control de ellos, la preocupacion principal es nuestra
falta de conocimiento acerca de una amplia gama de interacciones inexploradas .
Sin embargo , cientos de proyectos han comenzado la aplicacion de la nanotecnologia
para mejorar los procesos industriales y abordar explicitamente las formas existentes
de contaminacion. Algunos ejemplos:
• No es extensa investigacion de la utilizacion de las nanoparticulas para el
tratamiento , la desactivacion , y la eliminacion de una amplia variedad de toxinas del
medio ambiente . Las formas de nanoparticulas de oxidantes , reductores y otros
materiales activos han demostrado la capacidad de transformar una amplia gama de
sustancias indeseables . Las nanoparticulas activadas por la luz (por ejemplo , las
formas de dioxido de titanio y oxido de zinc) son capaces de unirse

y eliminar las
toxinas organicos y tienen baja toxicidad themselves.[142] En particular , las
nanoparticulas de oxido de zinc proporcionan una particularmente potente catalizador
para la desintoxicacion de fenoles clorados. Estas nanoparticulas actuan como los dos
sensores y los catalizadores y pueden ser disenados para transformar unicos
contaminantes dirigidos .
• Las membranas de nanofiltracion para la purificacion de agua proporcionan
mejorado dramaticamente la eliminacion de contaminantes de particulas finas , en
comparacion con los metodos convencionales de uso de lagunas de sedimentacion y
clarificadores de aguas residuales. Las nanoparticulas con catalisis disenados son
capaces de absorber y eliminar impurezas . Mediante el uso de separacion magnetica,
estos nanomateriales se pueden reutilizar, lo que les impide ser contaminantes propios
Como uno de muchos ejemplos, considere nanoescala tamices moleculares de
aluminosilicato llamados zeolitas, que se estan desarrollando para la oxidacion
controlada de hidrocarburos (por ejemplo, la conversion de tolueno para
benzaldehido no toxico) [143] Este metodo requiere menos energia y reduce el volumen
de fotorreacciones ineficientes y productos de desecho .
• Una amplia investigacion esta en marcha para desarrollar materiales cristalinos
nanoproduced para catalizadores y soportes de catalizador en la industria quimica .
Estos catalizadores tienen el potencial de mejorar los rendimientos quimicos , reducir
los subproductos toxicos , y eliminar contaminants.144 Por ejemplo , el material
MCM - 41 es ahora utilizado por la industria del petroleo para eliminar los
contaminantes ultrafinas que otros metodos de reduccion de la contaminacion se
pierda .

• Se estima que el uso generalizado de nanocompuestos de material estructural en los
automoviles seria reducir el consumo de gasolina en 1,5 mil millones de litros por
ano, que a su vez reduciria las emisiones de dioxido de carbono en cinco mil millones
de kilogramos por ano , entre otros beneficios medioambientales.
• Nanorobotics se pueden utilizar para ayudar a la gestion de residuos nucleares .
Nanofiltros pueden separar isotopos en el tratamiento de combustible nuclear.
Nanofluidos pueden mejorar la eficacia de enfriamiento de los reactores nucleares .
• La aplicacion de la nanotecnologia para el hogar y la iluminacion industrial podria
reducir tanto la necesidad de electricidad y se estima que doscientos millones de
toneladas de emisiones de carbono por year.[145]
• Los dispositivos electronicos auto -montaje (por ejemplo, biopolimeros autoorganizacion
), si se perfecciona , se requieren menos energia para su fabricacion y
uso , y se producen menos subproductos toxicos que los metodos convencionales de
fabricacion de semiconductores .
• Nueva ordenador muestra el uso de pantallas de emision de campo basados en
nanotubos (FED) proporcionara especificaciones de visualizacion superiores ,
mientras que la eliminacion de los metales pesados y otros materiales toxicos que se
utilizan en pantallas convencionales .
• nanoparticulas bimetalicas (como el hierro / paladio o hierro / plata) pueden servir
como agentes reductores eficaces y catalizadores para PCBs , pesticidas y
halogenados organicos solvents.[146]
• Los nanotubos parecen ser absorbentes eficaces para las dioxinas y han realizado
significativamente mejor en esto que activado tradicional carbon.[147]
Esta es una pequena muestra de la investigacion contemporanea sobre aplicaciones de
la nanotecnologia con un impacto potencialmente beneficioso para el medio ambiente

Una vez que podemos ir mas alla de las nanoparticulas simples y nanocapas y crear
sistemas mas complejos a traves nanoconjunto molecular controlado con precision ,
estaremos en condiciones de crear un numero masivo de pequenos dispositivos
inteligentes capaces de llevar a cabo tareas relativamente complejas. La limpieza del
medio ambiente sera, sin duda una de esas misiones.

Nanobots en el torrente sanguíneo

La nanotecnologia nos ha dado las herramientas ... jugar con la caja de juguetes
ultimo de la naturaleza atomos y moleculas. Todo se hace de ella .... Las posibilidades
de crear nuevas cosas parecen ilimitadas. - Premio Nobel HORST STORMER

El efecto neto de estas intervenciones nanomedicos sera la detencion continua de
todo el envejecimiento biologico , junto con la reduccion de la edad biologica actual a
cualquier nueva edad biologica se considera deseable por parte del paciente,
separando para siempre la relacion entre el tiempo del calendario y la salud
biologica . Estas intervenciones pueden llegar a ser comunes varias decadas a partir
de hoy. Con chequeos y limpiezas anuales , y algunas grandes reparaciones
ocasionales , su edad biologica puede ser restaurado una vez al ano a la edad de mas
o menos constante fisiologica que seleccione. Usted todavia puede eventualmente
morir por causas accidentales , pero vas a vivir por lo menos diez veces mas de lo que
hace ahora. - ROBERT A. FREITAS JR.[148]

Un buen ejemplo de la aplicacion del control molecular preciso de manufactura sera
el despliegue de miles de millones o billones de nanobots : pequenos robots del
tamano de las celulas de la sangre humana o menores que pueden viajar en el torrente
sanguineo . Esta idea no es tan futurista que parezca , los experimentos con animales
se han realizado con exito el uso de este concepto , y muchos de

estos dispositivos
micro escala ya estan trabajando en los animales. Al menos cuatro grandes
conferencias sobre BioMEMS (Biologicas Sistemas mecanicos microelectronicos) se
ocupan de los dispositivos que se utilizaran en el ser humano bloodstream.[149]
Consideremos algunos ejemplos de la tecnologia nanobot , que, basandose en las
tendencias de miniaturizacion y la reduccion de costos , sera posible dentro de unos
veinticinco anos. Ademas de escanear el cerebro humano para facilitar su ingenieria
inversa , estos nanobots seran capaces de realizar una amplia variedad de funciones
de diagnostico y terapeuticos .
Robert A. Freitas Jr. , un teorico pionero de la nanotecnologia y de los principales
defensores de la nanomedicina (reconfiguracion de nuestros sistemas biologicos a
traves de la ingenieria a escala molecular) , y autor de un libro con el que los
reemplazos roboticos title[150] -se ha disenado para las celulas de la sangre humana que
realizan cientos o miles de veces mas eficazmente que sus homologos biologicos .
Con respirocitos de Freitas (globulos rojos roboticos) un corredor puede hacer una
carrera olimpica durante quince minutos sin tomar macrofagos roboticos una de
breath.151 Freitas , llamado " microbivores ," sera mucho mas eficaz que las celulas
blancas de la sangre en la lucha contra la pathogens.152 Su robot de reparacion del
ADN seria capaz de reparar los errores de transcripcion de ADN e incluso
implementar los cambios necesarios de ADN . Otros robots medicos se ha disenados
pueden servir como productos de limpieza , la eliminacion de los desechos y las
sustancias quimicas no deseadas (como los priones , proteinas malformadas y
protofibrils) a partir de celulas humanas individuales .
Freitas ofrece disenos conceptuales detallados para una amplia

gama de nanorobots
medicos (termino preferido de Freitas), asi como una revision de numerosas
soluciones a los retos del diseno variado involucrados en su creacion. Por ejemplo, se
proporciona alrededor de una docena de enfoques para dirigido y guiado motion[153]
algunos basados en disenos biologicos tales como los cilios de propulsion. Discuto
estas aplicaciones con mas detalle en el proximo capitulo.
George Whitesides se quejo en la revista Scientific American que " los objetos a
nanoescala , incluso si se pudiera fabricar una helice, un problema nuevo y serio
surgiria : . Random sacudida por moleculas de agua Estas moleculas de agua seria
mas pequeno que un nanosubmarine pero no mucho mas pequeno. " [154] el analisis de
Whitesides se basa en conceptos erroneos . Todos los disenos de nanobots medicos,
incluidos los de Freitas, por lo menos diez mil veces mas grande que una molecula de
agua . Los analisis de Freitas y otros muestran el impacto del movimiento browniano
de las moleculas adyacentes sea insignificante. En efecto , los robots medicos
nanoescala seran miles de veces mas estables y precisos que las celulas sanguineas o
bacteria.[155]
Tambien debe senalarse que nanobots medicos no requiere mucho de las extensas
celulas biologicas generales necesidad de mantener los procesos metabolicos tales
como la digestion y la respiracion . Tampoco se necesitan para apoyar los sistemas
biologicos reproductivos .
Aunque los disenos conceptuales de Freitas son un par de decadas de distancia, ya se
ha avanzado sustancialmente en los dispositivos basados en corriente sanguinea . Por
ejemplo, un investigador de la Universidad de Illinois en Chicago ha curado la
diabetes tipo 1 en ratas con un dispositivo que incorpora nanoingenieria islotes

pancreaticos cells.[156]
El dispositivo tiene poros de siete nanometros que permiten a la insulina a cabo, pero
no permitira que los anticuerpos que destruyen estas celulas. Hay muchos otros
proyectos innovadores de este tipo ya estan en marcha .
MOLLY 2004 : De acuerdo, asi que voy a tener todos estos nanobots en mi torrente
sanguineo. Ademas de ser capaz de sentarse en la parte inferior de mi piscina por
horas, .que otra cosa es esto va a hacer por mi ?
RAY : Se le mantendra saludable. Ellos destruyen patogenos tales como bacterias ,
virus y celulas cancerosas , y no estaran sujetas a las diversas dificultades del sistema
inmunologico , como reacciones autoinmunes. A diferencia de su sistema
inmunologico biologica, si no te gusta lo que los nanobots estan haciendo, usted
puede decirles que hacer algo diferente.
MOLLY 2004 : .Quieres decir , enviar mis nanobots un e -mail ? Al igual, Hey ,
nanobots , dejar de destruir las bacterias en mis intestinos porque son realmente
buenas para la digestion ?
RAY : Si , buen ejemplo. Los nanobots estaran bajo nuestro control . Ellos se
comunican entre si y con Internet. Incluso hoy en dia contamos con los implantes
neuronales (por ejemplo, para la enfermedad de Parkinson) que permiten al paciente
para descargar nuevo software en ellos.
MOLLY 2004 : Este tipo de software hace que la cuestion -virus mucho mas grave,
.no? Ahora mismo, si me atropella con un virus de software mal , voy a tener que
ejecutar un programa de limpieza de virus y cargar mis archivos de copia de
seguridad , pero si nanobots en mi torrente sanguineo reciben un mensaje rogue ,
pueden empezar a destruir las celulas de mi sangre.
RAY : Bueno, esa es otra razon por la que probablemente querra globulos roboticos ,
pero el punto esta bien tomado.

Sin embargo , no es un tema nuevo. Incluso en 2004 , ya tenemos los sistemas de
software de mision critica que se ejecutan las unidades de cuidados intensivos ,
administrar 911 sistemas de emergencia , plantas de energia nuclear de control ,
aviones terrestres, y misiles de crucero guia. Asi que la integridad del software ya es
de importancia critica.
MOLLY 2004 : Es cierto, pero la idea del software que se ejecuta en mi cuerpo y en
el cerebro parece ser mas desalentador . En mi computadora personal, tengo mas de
un centenar de mensajes de spam al dia, al menos, algunos de los cuales contienen
virus de software maliciosos . No estoy muy a gusto con nanobots en mi cuerpo
contagio con el virus de software.
RAY : .Estas pensando en terminos de acceso a Internet convencional. Con VPNs
(redes privadas) , ya contamos con los medios de hoy para crear cortafuegos seguro ,
de lo contrario , los sistemas de mision critica actuales serian imposibles . Ellos
trabajan bastante bien, y la tecnologia de seguridad en Internet seguira evolucionando
MOLLY 2004 : Creo que algunas personas en desacuerdo con la confianza depositada
en firewalls.
RAY : No son perfectos , es cierto, y nunca seran , pero tenemos otro par de decadas
antes de que tendremos un extenso software que se ejecuta en nuestros cuerpos y
cerebros .
MOLLY 2004 : De acuerdo, pero los creadores de virus van a estar mejorando su arte
tambien.
RAY : Va a ser un enfrentamiento nervioso , no hay duda al respecto. Pero el
beneficio hoy supera claramente el dano.
MOLLY 2004 : .Que tan claro es eso?
RAY : Bueno, nadie esta seriamente argumentando que debemos acabar con el
Internet ya que los virus de software son un problema tan grande .

MOLLY 2004 : Te
voy a dar eso.
RAY : Cuando la nanotecnologia es maduro , que va a resolver los problemas de la
biologia mediante la superacion de patogenos biologicos , eliminacion de toxinas , la
correccion de errores en el ADN , y la inversion de otras fuentes de envejecimiento.
Entonces tendremos que lidiar con los nuevos peligros que presenta , al igual que
Internet introdujo el peligro de virus informaticos . Estas nuevas trampas incluiran el
potencial de la nanotecnologia auto-replicante se salga de control , asi como la
integridad del software de control de estos potentes , nanobots distribuidos.
MOLLY 2004 : .Usted dijo revertir el envejecimiento ? RAY : Veo que ya esta
recogiendo en un beneficio clave .
MOLLY 2004 : Entonces, .como estan los nanobots va a hacer eso ?
RAY : realidad Vamos a lograr la mayor parte de eso con biotecnologia, metodos
tales como la interferencia de ARN para desactivar genes destructivos , la terapia
genica para el cambio de su codigo genetico , la clonacion terapeutica para la
regeneracion de las celulas y tejidos , farmacos inteligentes para reprogramar sus
rutas metabolicas y muchas otras tecnicas emergentes. Pero cualquiera que sea la
biotecnologia no moverse para lograr , vamos a tener los medios para hacerlo con la
nanotecnologia .
MOLLY 2004 : .Por ejemplo?
RAY : nanobots seran capaces de viajar a traves del torrente sanguineo , y luego ir en
y alrededor de nuestras celulas y realizar diversos servicios, tales como la eliminacion
de toxinas , barrer los escombros , la correccion de errores en el ADN , la reparacion
y la restauracion de las membranas celulares , revirtiendo la aterosclerosis, la
modificacion de los niveles de hormonas , neurotransmisores y otras sustancias

quimicas metabolicas, y una miriada de otras tareas. Para cada proceso de
envejecimiento, podemos describir un medio para nanobots para revertir el proceso ,
hasta el nivel de celulas individuales , componentes celulares , y moleculas .
MOLLY 2004 : Asi que me quedare joven indefinidamente ? RAY : Esa es la idea.
MOLLY 2004 : .Cuando dijo que podria conseguir esto? RAY : Pense que estabas
preocupado por firewalls nanobots .
MOLLY 2004 : Si, bueno , no tengo tiempo para preocuparme por eso. Entonces,
.que era ese tiempo otra vez?
RAY : entre veinte y veinticinco anos .
MOLLY 2004 : Tengo veinte y cinco anos , asi que voy a la edad de unos cuarenta y
cinco anos y luego se quedan alli?
RAY : No, eso no es exactamente la idea. Se puede retrasar el envejecimiento a paso
de tortuga en este momento mediante la adopcion de los conocimientos que ya
tenemos. Dentro de diez o veinte anos , la revolucion de la biotecnologia
proporcionara los medios mas poderosos para detener y, en muchos casos revertir
cada enfermedad y el proceso de envejecimiento. Y no es que nada va a pasar en el
interin. Cada ano , vamos a tener las tecnicas mas potentes, y el proceso se acelerara.
A continuacion, la nanotecnologia va a terminar el trabajo.
MOLLY 2004 : Si , por supuesto , es dificil para que usted pueda salir una sentencia
sin necesidad de utilizar la palabra " acelerar ". Entonces, .que edad biologica voy a
llegar?
RAY : Creo que se conformara en los anos treinta en algun lugar y permanecer alli
por un tiempo .
MOLLY 2004 : anos treinta suena bastante bien. Creo que una edad ligeramente mas
madura de veinte y cinco anos es una buena idea de todos modos . Pero .que quiere
decir "por un tiempo "?

RAY : Detener y revertir el envejecimiento es solo el comienzo. Usando nanobots
para la salud y la longevidad es solo la fase de adopcion temprana de la introduccion
de la nanotecnologia y la computacion inteligente en nuestros cuerpos y cerebros .
Cuanto mas profunda implicacion es que vamos a aumentar nuestros procesos de
pensamiento con nanobots que se comunican entre si y con nuestras neuronas
biologicas . Una vez que la inteligencia no biologica consigue un punto de apoyo ,
por asi decirlo , en nuestro cerebro , la misma estara sujeta a la ley de los retornos
acelerados y ampliar exponencialmente . Nuestro pensamiento biologico, por otro
lado , esta basicamente pegado .
MOLLY 2004 : Ya estamos otra vez con las cosas acelerando , pero cuando realmente
se pone en marcha , pensando con las neuronas biologicas sera bastante trivial en
comparacion.
RAY : Eso es una declaracion justa .
MOLLY 2004 : Por lo tanto , la senorita Molly del futuro, cuando lo deje mi cuerpo
biologico y el cerebro ?
MOLLY 2104: Bueno, realmente no quieres que explicar su futuro , .verdad? Y de
todos modos , no es en realidad una cuestion sencilla.
MOLLY 2004 : .Como es eso?
MOLLY 2104: En la decada de 2040 hemos desarrollado los medios para crear
instantaneamente nuevas partes de nosotros mismos , ya sean biologicos o no
biologicos . Se puso de manifiesto que nuestra verdadera naturaleza es un patron de
informacion, pero todavia tenia que manifestarse a nosotros mismos de una forma
fisica. Sin embargo , podemos cambiar rapidamente de que la forma fisica.
MOLLY 2004 : Por ?
MOLLY 2104: Mediante la aplicacion de nueva fabricacion MNT alta velocidad. Asi
que podriamos facilmente y rapidamente redisenar nuestra

ejemplificacion fisica. Asi
que podria tener un cuerpo biologico en un momento y no en otro , entonces de
nuevo, a continuacion, cambiar , y asi sucesivamente.
MOLLY 2004 : Creo que sigo esto.
MOLLY 2104: El punto es que yo pudiera tener mi cerebro biologico y / o cuerpo o
no tenerlo. No es una cuestion de dejar caer nada, porque siempre se puede volver
algo se nos cae .
MOLLY 2004 : Asi que todavia estas haciendo esto ?
MOLLY 2104: Algunas personas todavia lo hacen , pero ahora en 2104 , es un poco
anacronica . Es decir, las simulaciones de la biologia son totalmente indistinguibles
de la biologia actual, .por que se molestan con muestras fisicas ?
MOLLY 2004 : Si,
es complicado .no?
MOLLY 2104: lo que dire.
MOLLY 2004 : Tengo que decir que me parece extrano que ser capaz de cambiar su
cuerpo fisico . Quiero decir , .donde esta su - mi - la continuidad ?
MOLLY 2104: Es el mismo que su continuidad en 2004. Estas cambiando sus
particulas todo el tiempo tambien .
Es solo el patron de informacion que tiene continuidad.
MOLLY 2004 : Sin embargo, en 2104 que es capaz de cambiar su patron de
informacion de forma rapida tambien . No puedo hacer eso todavia .
MOLLY 2104: En realidad no es tan diferente. Cambia su patron - Tu memoria ,
habilidades , experiencias, incluso la personalidad a traves del tiempo - pero hay una
continuidad, un nucleo que cambia de forma gradual .
MOLLY 2004 : Pero pense que podria cambiar su apariencia y personalidad
radicalmente en un instante ?
MOLLY 2104: Si, pero eso es solo una manifestacion superficial . Mi verdadero
nucleo cambia de forma gradual , al igual que cuando usted estaba en 2004 .
MOLLY 2004 : Bueno, hay muchos momentos en los que estaria encantado de
cambiar inmediatamente mi aspecto superficial .

Robótica : la IA fuerte

Consideremos otro argumento presentado por Turing . Hasta ahora hemos construido
artefactos solo bastante simples y predecibles . Cuando aumentamos la complejidad
de nuestras maquinas , puede , tal vez, habra sorpresas en el almacen para nosotros.
Se establece un paralelismo con una pila de fision. Por debajo de un cierto tamano
"critico " , no sucede gran cosa : pero sobre el tamano critico , las chispas comienzan
a volar. Asi tambien, tal vez, con el cerebro y las maquinas. La mayoria de los
cerebros y todas las maquinas son , en la actualidad "sub - critico " , que reaccionan a
los estimulos de una manera bastante pesado y poco interesante , no tienen ideas
propias , solo puede producir respuestas -, sino de valores algunos cerebros en la
actualidad, y posiblemente algunos maquinas en el futuro , son super - critico y
centellean por cuenta propia . Turing se sugiere que es solo una cuestion de
complejidad , y que por encima de un cierto nivel de complejidad aparece una
diferencia cualitativa , por lo que las maquinas " supercritico " sera muy diferente a
los sencillos hasta la fecha prevista.

-J . R. LUCAS , filosofo de Oxford , en sus 1961 ensayo " MENTES , maquinas y
Godel " 157

Dado que la super-inteligencia sera un dia tecnologicamente factible , seran personas
optan para desarrollarla ? Esta pregunta puede ser respondida con bastante confianza
en la afirmativa . Asociados con cada paso en el camino hacia la super-inteligencia
son enormes ganancias economicas . La industria informatica invierte grandes sumas
en la proxima generacion de hardware y software, y seguira haciendolo siempre y
cuando existe una presion competitiva y los beneficios a realizar. La gente quiere
mejores computadoras y software inteligente , y quieren que los

beneficios de estas
maquinas pueden ayudar a producir . Drogas medicas mejor, ayuda a los humanos de
la necesidad de realizar trabajos aburridos o peligrosos , el entretenimiento no hay fin
a la lista de los beneficios de los consumidores. Tambien hay un fuerte motivo militar
para desarrollar la inteligencia artificial. Y en ninguna parte en el camino .hay algun
punto de parada natural donde technophobics podrian argumentar plausiblemente "
aqui , pero no mas. "
NICK BOSTROM , " .CUANTO TIEMPO ANTES super-inteligencia ? " 1997
Es dificil pensar en cualquier problema que un super-inteligencia tampoco pudo
resolver o por lo menos ayudar a resolver . Enfermedad , la pobreza , la destruccion
del medio ambiente , el sufrimiento innecesario de todo tipo : estas son cosas que una
super-inteligencia equipado con nanotecnologia avanzada seria capaz de eliminar .
Ademas, una super-inteligencia podria darnos vida util indefinida, ya sea por detener
y revertir el proceso de envejecimiento a traves de la utilizacion de la nanomedicina ,
o por que nos ofrece la opcion de cargar nosotros mismos. Un super- inteligencia
tambien podria crear oportunidades para nosotros para aumentar considerablemente
nuestras capacidades intelectuales y emocionales , y nos podria ayudar a crear un
mundo de experiencias de gran atractivo en el que podamos vivir vidas dedicadas a la
gozosa gameplaying , relacionarse con los demas , experimentar el crecimiento
personal , y para vivir mas cerca de nuestros ideales. - NICK BOSTROM , "
CUESTIONES ETICAS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL AVANZADA " 2003
.Los robots heredaran la tierra? Si pero ellos seran nuestros hijos
Marvin Minsky,1995
De los tres revoluciones primarios que subyacen a la singularidad (G ,N, y R), la mas
profunda es R, que se refiere a la creacion de la inteligencia no

biologica que supera a
la de ONU mejoradas de los seres humanos . Una mas proceso inteligente
inherentemente outcompete uno que es menos inteligente , por lo que la inteligencia
de la fuerza mas poderosa del universo .
Mientras que la R de GNR es sinonimo de la robotica , la verdadera cuestion en juego
aqui es fuerte AI (inteligencia artificial que supera la inteligencia humana) . La razon
estandar para enfatizar la robotica en esta formulacion es que la inteligencia necesita
una forma de realizacion , una presencia fisica , para afectar el mundo . Estoy de
acuerdo con el enfasis en la presencia fisica , sin embargo , porque creo que la
preocupacion central es la inteligencia. Inteligencia sera inherentemente encontrar
una manera de influir en el mundo , incluyendo la creacion de sus propios medios
para la realizacion y la manipulacion fisica. Ademas , podemos incluir las habilidades
fisicas como parte fundamental de la inteligencia , una gran parte del cerebro humano
(el cerebelo , que comprende mas de la mitad de nuestras neuronas), por ejemplo, esta
dedicado a la coordinacion de nuestras habilidades y los musculos.
La inteligencia artificial en los niveles humanos necesariamente superara en gran
medida la inteligencia humana por varias razones . Como he senalado anteriormente ,
las maquinas pueden compartir facilmente sus conocimientos. Como seres humanos
sin contraste no tenemos los medios para compartir los grandes patrones de
conexiones interneuronales y los niveles de concentracion de neurotransmisores que
forman nuestro aprendizaje , conocimiento y habilidades , que no sea a traves de la
comunicacion lento, basado en el lenguaje . Por supuesto, incluso este metodo de
comunicacion ha sido muy beneficiosa, ya que nos ha distinguido de otros animales ,
y ha sido un factor favorable en la creacion de tecnologia .

Habilidades humanas son capaces de desarrollar solo en formas que han sido
alentados evolutivamente . Esas habilidades , que se basan principalmente en el
reconocimiento de patrones masivamente paralelo , proporcionan aptitud para ciertas
tareas , como las caras , objetos distintivos de identificacion , asi como reconocer los
sonidos del lenguaje. Pero no estan adaptadas para muchos otros, tales como la
determinacion de los patrones en los datos financieros. Una vez que dominamos
totalmente paradigmas de reconocimiento de patrones , metodos mecanicos pueden
aplicar estas tecnicas a cualquier tipo de pattern.[158]
Las maquinas pueden compartir sus recursos de manera que los seres humanos no
pueden. Aunque los equipos de los seres humanos pueden lograr hazanas fisicas y
mentales que los seres humanos individuales no pueden lograr , las maquinas pueden
agregar mas facil y rapidamente su calculo , la memoria y los recursos de
comunicacion. Como se senalo anteriormente , el Internet se esta convirtiendo en una
red de recursos informaticos en todo el mundo que instantaneamente pueden reunirse
para formar supercomputadoras masivas .
Las maquinas han exigir recuerdos. Computadoras modernas pueden dominar miles
de millones de hechos con precision , una capacidad que se duplica cada year.[159] La
velocidad subyacente y el precio - rendimiento de la computacion en si se esta
duplicando cada ano , y la tasa de duplicacion es en si misma aceleracion .
Como el conocimiento humano migra a la Web , las maquinas seran capaces de leer,
comprender y sintetizar toda la informacion persona-maquina . La ultima vez que un
ser humano biologico era capaz de captar todo el conocimiento cientifico humano era
hace cientos de anos .
Otra ventaja de la inteligencia de la maquina es que puede realizar

constantemente en
los niveles maximos y puede combinar las habilidades pico . Entre los humanos una
persona puede haber dominado la composicion de musica , mientras que otros pueden
haber dominado el diseno de transistores , pero teniendo en cuenta la arquitectura fija
de nuestro cerebro que no tenemos la capacidad (o el tiempo) para desarrollar y
utilizar el mas alto nivel de habilidad en cada vez mas especializados zona. Los seres
humanos tambien varian mucho de una habilidad particular , por lo que cuando
hablamos, por ejemplo, de los niveles humanos de la composicion musical, a que nos
referimos Beethoven, o no nos referimos a una persona normal ? La inteligencia no
biologica sera capaz de igualar y superar las capacidades humanas pico en cada area.
Por estas razones , una vez que un ordenador es capaz de igualar la sutileza y la gama
de la inteligencia humana , necesariamente elevan mas alla de ella y luego continuar
su ascenso doble exponencial .
Una pregunta clave sobre la Singularidad es si el " pollo " (IA fuerte) o el "huevo"
(nanotecnologia) vendra primero . En otras palabras , la voluntad fuerte liderazgo AI
a la plena nanotecnologia (ensambladores moleculares de fabricacion que pueden
convertir la informacion en productos fisicos) , la nanotecnologia o la voluntad plena
ventaja de la IA fuerte ? La logica de la primera premisa es que la IA fuerte implicaria
AI sobrehumano por las razones que acabo de citar , y AI sobrehumana estaria en
condiciones de resolver los problemas de diseno restantes necesarios para
implementar plenamente la nanotecnologia.
La segunda premisa se basa en la constatacion de que los requisitos de hardware para
la IA fuerte se cumpliran mediante calculos basados en la nanotecnologia. Del mismo
modo los requisitos de software se vera facilitada por nanobots que

podrian crear
exploraciones altamente detallados del funcionamiento del cerebro humano y lograr
asi la realizacion de ingenieria inversa del cerebro humano.
Ambas premisas son logicas , es evidente que tanto la tecnologia puede ayudar a los
demas . La realidad es que el progreso en ambas areas necesariamente utilizar las
herramientas mas avanzadas , por lo que los avances en cada campo al mismo tiempo
facilitar la otra . Sin embargo, yo espero que MNT completa saldra antes de la IA
fuerte , pero solo por unos pocos anos **(en torno a 2025 para la nanotecnología, en
torno a 2029 por la IA fuerte).**
Como revolucionario como la nanotecnologia sera , IA fuerte tendra consecuencias
mucho mas profundas . La nanotecnologia es poderoso, pero no necesariamente
inteligente. Podemos idear maneras de por lo menos tratar de manejar los enormes
poderes de la nanotecnologia , pero super-inteligencia innata, no se puede controlar .

Fugitivo AI .

Una vez que se logra la IA fuerte , que facilmente se puede avanzar y sus poderes
multiplica , ya que es la naturaleza fundamental de las capacidades de la maquina.
Como un AI fuerte engendra inmediatamente muchos AIs fuertes, la ultima de acceso
a su propio diseno , entender y mejorarlo, y asi evolucionar muy rapidamente en una
aun mas capaz AI , mas inteligente , con el ciclo se repite indefinidamente . Cada
ciclo no solo crea una IA mas inteligente , pero lleva menos tiempo que el ciclo antes
de que , al igual que la naturaleza de la evolucion tecnologica (o cualquier proceso
evolutivo) . La premisa es que una vez que se logra la IA fuerte , se convirtio
inmediatamente en un fenomeno fuera de control de la rapida escalada
superintelligence.[160]
Mi punto de vista es solo un poco diferente. La logica de la fuga AI

es valido, pero
todavia tenemos que considerar el momento . El logro de niveles humanos en una
maquina no causara inmediatamente un fenomeno fuera de control . Considere la
posibilidad de que un nivel humano de inteligencia tiene sus limitaciones. Tenemos
ejemplos de esto hoy - cerca de seis mil millones de ellos . Consideremos un
escenario en el que se tomo un centenar de personas , digamos, de un centro
comercial. Este grupo constituiria ejemplos de seres humanos razonablemente bien
educados . Sin embargo, si este grupo se presento con la tarea de mejorar la
inteligencia humana, no llegaria muy lejos , aunque siempre con las plantillas de la
inteligencia humana . Probablemente tienen dificultades para la creacion de un
equipo simple. Acelerar el pensamiento y la ampliacion de las capacidades de
memoria de estos cien seres humanos no resolveria de inmediato este problema.
He senalado que las maquinas coincidira (y superar rapidamente) habilidades
humanas pico en cada area de habilidad. Asi que en lugar , echemos un centenar de
cientificos e ingenieros. Un grupo de personas capacitadas tecnicamente con los
fondos adecuados seria capaz de mejorar los disenos accesibles. Si una maquina
alcanza la equivalencia a cien (y eventualmente de mil , a continuacion, un millon) de
los seres humanos con formacion tecnica , cada uno operando mucho mas rapido que
un ser humano biologica , una rapida aceleracion de la inteligencia en ultima
instancia seguir.
Sin embargo , esta aceleracion no va a suceder de inmediato cuando un equipo pasa la
prueba de Turing . La prueba de Turing es comparable a la combinacion de las
capacidades de una media , educado humana y por lo tanto esta mas cerca el ejemplo

de los seres humanos de un centro comercial. Tomara tiempo para que las
computadoras dominar todas las habilidades necesarias y se casen estas habilidades
con todas las bases de conocimiento necesarias .
Una vez que hemos conseguido crear una maquina que puede pasar la prueba de
Turing (alrededor de 2029), el periodo siguiente sera una era de consolidacion en la
que la inteligencia no biologica hara un rapido aumento . Sin embargo , la
extraordinaria expansion prevista para la Singularidad, en el que la inteligencia
humana se multiplica por miles de millones , no tendra lugar hasta mediados de la
decada de 2040 (como se explica en el capitulo 3) .

La AI Winter

Hay un estupido mito por ahi que A.I. ha fallado, pero I.A. esta en todas partes a su
alrededor cada segundo del dia . La gente no lo nota . Tienes A.I. sistemas en los
automoviles, el ajuste de los parametros de los sistemas de inyeccion de combustible.
Al aterrizar en un avion, su puerta queda elegido por un A.I. sistema de programacion
. Cada vez que se utiliza una pieza de software Microsoft , tienes una IA sistema
tratando de averiguar lo que esta haciendo , como escribir una carta , y lo hace un
muy buen trabajo maldito . Cada vez que vea una pelicula con personajes generados
por ordenador , todos estan poco AI personajes que se comportan como un grupo .
Cada vez que playa videojuego, estas jugando contra una IA sistema .
- Rodney Brooks , director del MIT AI LAB[161]

Todavia encuentro con personas que dicen que la inteligencia artificial se marchito en
la decada de 1980, un argumento que es comparable a insistir en que el Internet murio
en la caida de las punto -com de principios 2000s.162 El ancho de banda y precio -
rendimiento de las tecnologias de Internet , el numero de nodos (servidores) , y el

volumen en dolares del comercio electronico todos aceleran suavemente a traves de
la pluma , asi como el busto y el periodo posterior . El mismo ha sido cierto para la
IA .
El ciclo de bombo de la tecnologia para un cambio de paradigma - ferrocarriles , AI ,
Internet , telecomunicaciones , posiblemente ahora la nanotecnologia suele comenzar
con un periodo de expectativas poco realistas sobre la base de la falta de comprension
de todos los elementos necesarios requeridos . Aunque la utilizacion del nuevo
paradigma no aumentar de manera exponencial , el crecimiento temprano es lenta
hasta que se dio cuenta de la rodilla de la curva de crecimiento exponencial .
Mientras que las expectativas generalizadas para el cambio revolucionario son
exactos , estan mal programados . Cuando las perspectivas no una panoramica
rapidamente , un periodo de desilusion establece pulg No obstante el crecimiento
exponencial no ha disminuido , y anos mas tarde una transformacion mas maduro y
mas realista se produce .
Lo vimos en el frenesi del ferrocarril del siglo XIX, que fue seguido por quiebras
generalizadas . (Tengo algunos de estos bonos no pagados ferrocarril temprana en mi
coleccion de documentos historicos.) Y todavia estamos sintiendo los efectos del
comercio electronico y los bustos de telecomunicaciones de hace varios anos , lo que
ayudo a alimentar una recesion de la que ahora estamos recuperando .
AI experimento un optimismo prematuro similar en la estela de programas como el
1957 Solver generales Problema creado por Allen Newell, JC Shaw y Herbert Simon,
que fue capaz de encontrar pruebas de teoremas que habia dejado perplejos
matematicos como Bertrand Russell, y programas para la primera del Laboratorio de

Inteligencia artificial del MIT , que podria responder a las preguntas del SAT (como
analogias y problemas de la historia) en el nivel de la universidad students.163 una
serie de companias de IA se produjo en la decada de 1970 , pero cuando los
beneficios no se materialicen hubo un "bust AI "En la decada de 1980 , lo que se ha
conocido como el " AI invierno " . Muchos observadores siguen pensando que el
invierno AI fue el final de la historia y como que nada ha llegado del campo de la IA.
Sin embargo, hoy muchos miles de aplicaciones de la IA estan profundamente
arraigados en la infraestructura de todas las industrias. La mayoria de estas
aplicaciones eran proyectos de investigacion hace diez o quince anos , las personas
que piden , " .Que paso con la gripe aviar ? " me recuerdan a los viajeros a la selva
tropical que se preguntan , ".Donde estan todas las muchas especies que se supone
que vivir aqui ? " cuando cientos de especies de flora y fauna estan floreciendo solo
algunas decenas de metros de distancia, profundamente integradas en la ecologia
local.
Ya estamos en la era de la " estrecha AI , " que se refiere a la inteligencia artificial
que realiza una funcion util y especifica que la inteligencia humana , una vez
requerido para llevar a cabo , y lo hace a nivel humano o mejor. Sistemas de IA
menudo estrechos son muy superiores a la velocidad de los seres humanos , asi como
proporcionar la capacidad de gestionar y considerar muchas variables
simultaneamente . Describo una amplia variedad de ejemplos de IA estrechas abajo.
Estos marcos de tiempo para completar el ciclo de tecnologia de AI (un par de
decadas de creciente entusiasmo , una decada de la desilusion , luego de una decada y
media de solido avance en la adopcion) puede parecer largo, en

comparacion con la
relativamente rapida fases de la Internet y los ciclos de telecomunicaciones (miden en
anos, no en decadas), pero dos factores deben ser considerados . En primer lugar, los
ciclos de Internet y de telecomunicaciones fueron relativamente reciente , por lo que
se ven mas afectados por la aceleracion del cambio de paradigma (como se explica en
el capitulo 1) . Ciclos de adopcion Asi recientes (pluma, el busto y la recuperacion)
sera mucho mas rapido que los que comenzaron hace mas de cuarenta anos. En
segundo lugar, la AI la revolucion es la transformacion mas profunda que la
civilizacion humana va a experimentar, por lo que se necesitara mas tiempo para
madurar que las tecnologias menos complejas . Se caracteriza por el dominio del
atributo mas importante y poderosa de la civilizacion humana, de hecho, de todo el
barrido de la evolucion de nuestro planeta : la inteligencia.
Es la naturaleza de la tecnologia para comprender un fenomeno y los sistemas de
ingenieria que concentrarse y enfocar este fenomeno para amplificar grandemente.
Por ejemplo , los cientificos descubrieron una propiedad sutil de superficies curvas
conocidos como el principio de Bernoulli : un gas (tal como aire) viaja mas
rapidamente sobre una superficie curva que sobre una superficie plana . Por lo tanto ,
la presion de aire sobre una superficie curva es menor que sobre una superficie plana.
Al entender , el enfoque, y la amplificacion de las implicaciones de esta observacion
sutil , nuestra ingenieria creo todo de la aviacion . Una vez que entendemos los
principios de la inteligencia , vamos a tener una oportunidad similar para enfocar ,
concentrar y ampliar sus poderes.
Como analizamos en el capitulo 4, cada aspecto de la comprension , el modelado y la
simulacion del cerebro humano se acelera : la resolucion de precio-

rendimiento y
temporal y espacial de exploracion del cerebro , la cantidad de datos y conocimientos
disponibles acerca de la funcion cerebral y la sofisticacion de los modelos y
simulaciones de diversas regiones del cerebro .
Ya tenemos un conjunto de herramientas de gran alcance que surgieron de la
investigacion en IA y que se han perfeccionado y mejorado a lo largo de varias
decadas de desarrollo . El proyecto de ingenieria inversa del cerebro aumentara en
gran medida este conjunto de herramientas de que tambien proporciona toda una
gama de nuevos, inspirados en la biologia , tecnicas de auto -organizacion . En ultima
instancia, vamos a ser capaces de aplicar la capacidad de ingenieria para enfocar y
amplificar la inteligencia humana vastamente mas alla de los cien billones de
conexiones interneuronales extremadamente lentos que cada uno de nosotros lucha
con hoy. Inteligencia estara entonces totalmente cubierto por la ley de rendimientos
acelerados, que actualmente esta duplicando el poder de las tecnologias de
informacion cada ano.
Un problema de fondo con la inteligencia artificial que he experimentado
personalmente en mis cuarenta anos en esta area es que tan pronto como una tecnica
de IA trabaja , ya no es considerado AI y se escindio como su propio campo (por
ejemplo, el reconocimiento de caracteres, reconocimiento de voz, la vision artificial,
la robotica , la mineria de datos, la informatica medica, la inversion automatica).
Informatico Elaine Rich AI define como " el estudio de como hacer que las
computadoras hacen las cosas en la que, por el momento, la gente esta mejor."
Rodney Brooks, director del MIT AI Lab , lo pone de otra manera: "Cada vez que
descubramos una parte de ella , deja de ser magico, es decir , !Oh,

eso es solo un
calculo. " Tambien me viene a la memoria el comentario de Watson en Sherlock
Holmes, " Al principio pense que habia hecho algo inteligente, pero veo que no habia
nada en el despues de todo. " [164] Esa ha sido nuestra experiencia como cientificos AI.
El encanto de la inteligencia parece reducirse a " nada " cuando somos totalmente
conscientes de sus metodos. El misterio que queda es la intriga inspirada en los
restantes , todavia no entiende los metodos de inteligencia.

Kit de herramientas de AI

AI es el estudio de las tecnicas para la solucion de problemas dificiles de forma
exponencial en tiempo polinomico mediante la explotacion de conocimiento sobre el
dominio del problema . - ELAINE RICH
Como mencione en el capitulo 4 , es solo recientemente que hemos sido capaces de
obtener modelos suficientemente detalladas de como funcionan las regiones del
cerebro humano para influir en el diseno AI. Antes de eso, en ausencia de
herramientas que podrian escudrinar en el cerebro con la suficiente resolucion , los
cientificos e ingenieros de AI han desarrollado sus propias tecnicas . Al igual que los
ingenieros de aviacion no modelar la capacidad de volar en el vuelo de las aves, estos
metodos tempranos de AI no se basan en la inteligencia natural de la ingenieria
inversa.
Una pequena muestra de estos enfoques se revisa aqui . Desde su adopcion , se han
vuelto mas complejos , lo que ha permitido la creacion de productos practicos que
evitan la fragilidad y la alta tasa de errores de los sistemas anteriores.

Sistemas Expertos .

En la decada de 1970 AI a menudo se equipara con un metodo especifico : sistemas
expertos . Esto implica el desarrollo de reglas logicas especificas para simular los

procesos de toma de decisiones de los expertos humanos . Una parte fundamental del
procedimiento implica ingenieros del conocimiento entrevistando a expertos de
dominio, como medicos e ingenieros para codificar sus reglas de toma de decisiones.
No fueron los primeros exitos en esta area , tales como sistemas de diagnostico
medico que compararon bien con los medicos humanos , al menos en las pruebas
limitadas. Por ejemplo , un sistema llamado MYCIN , el cual fue disenado para
diagnosticar y recomendar tratamiento curativo para las enfermedades infecciosas , se
ha desarrollado a traves de la decada de 1970. en 1979 un equipo de expertos
evaluadores comparar las recomendaciones de diagnostico y tratamiento por MYCIN
a los de los medicos humanos y encontro que MYCIN hizo tan bien o mejor que
cualquiera de los physicians.[165]
Se hizo evidente a partir de esta investigacion que toma normalmente decision
humana no se basa en reglas logicas definitivas sino mas bien en los tipos "mas
suaves" de pruebas . Una mancha oscura en una prueba de imagen medica puede
sugerir cancer, pero otros factores tales como su forma exacta , la ubicacion, y el
contraste es probable que influir en un diagnostico. Las predicciones de la toma de
decisiones humana suelen ser influenciadas por la combinacion de muchos elementos
de prueba de la experiencia previa, ninguno definitivo por si mismo. Muchas veces ni
siquiera somos conscientes de muchas de las reglas que utilizamos.
A finales de los sistemas expertos de 1980 se incorpora la idea de la incertidumbre y
podria combinar varias fuentes de evidencia probabilistica para tomar una decision .
El sistema MYCIN pionero de este enfoque . Una "regla" MYCIN tipica lee:
Si la infeccion que requiere tratamiento es la meningitis , y el tipo de la infeccion

fungica es , y organismos no fueron vistos en la mancha de la cultura, y el paciente no
es un huesped comprometido, y el paciente ha estado en un area que es endemica
para coccidiomycoses , y la raza del paciente es Negro, asiatico o indio , y el antigeno
de criptococo en el LCR de prueba no fue positiva , entonces hay un 50 por ciento de
posibilidades de que cryptococcus no es uno de los organismos que estan causando la
infeccion .
Aunque una sola regla probabilista como este no seria suficiente por si mismo para
hacer una declaracion util, mediante la combinacion de miles de esas normas las
pruebas se pueden calcular y combinar para tomar decisiones fiables .
Probablemente, el proyecto de sistema experto de mas larga duracion es CYC (por
enciclopedica) , creado por Doug Lenat y sus colegas en Cycorp . Iniciado en 1984 ,
CYC se codifica el conocimiento de sentido comun para ofrecer maquinas con una
capacidad de entender los supuestos tacitos que subyacen las ideas humanas y el
razonamiento . El proyecto se ha desarrollado de reglas logicas no modificables a los
probabilisticos y ahora incluye un medio de extraccion de conocimiento a partir de
fuentes escritas (con supervision humana) . El objetivo original era generar un
millon de reglas , lo que refleja solo una pequena parte de lo que sabe el humano
promedio sobre el mundo . Ultima meta de Lenat es para CYC para dominar " 100
millones de cosas , sobre el numero de una persona normal sabe sobre el mundo ,
para el ano 2007 . " [166]
Otro sistema experto ambicioso esta siendo perseguido por Darryl Macer , profesor
asociado de ciencias biologicas en la Universidad de Tsukuba en Japon. El planea
desarrollar un sistema que incorpora todos los seres humanos ideas.167 Una

aplicacion seria la de informar a los legisladores de que las ideas se llevan a cabo
mediante el cual la comunidad.

Las redes bayesianas .

Durante la ultima decada, una tecnica llamada logica bayesiana ha creado una base
matematica solida para combinar miles o incluso millones de tales normas
probabilisticos en las llamadas " redes de creencias " o redes bayesianas .
Originalmente ideado por el matematico Thomas Bayes Ingles y publicado
postumamente en 1763, el enfoque tiene por objeto determinar la probabilidad de
eventos futuros basados en sucesos similares en los past.168 Muchos sistemas
expertos basados en tecnicas bayesianas recopilar datos de la experiencia de forma
continua, con lo que continuamente aprender y mejorar su toma de decisiones.
El tipo mas prometedor de los filtros de spam se basa en este metodo. Yo
personalmente uso un filtro de spam llamados Spam Bayes, que entrena a si mismo
en el correo electronico que usted ha identificado como " correo no deseado " o "
bien". 169 Usted comienza por la presentacion de una carpeta de cada uno para el
filtro. Se capacita a su red de creencia bayesiana en estos dos archivos y analiza los
patrones de cada uno, lo que permite que se mueva automaticamente posterior e -mail
en la categoria adecuada. Sigue entrenarse en lo sucesivo cada e -mail , sobre todo
cuando es corregida por el usuario . Este filtro ha hecho que la situacion de spam
manejable para mi, que ya es decir mucho, ya que elimina a los 200 a 300 mensajes
de spam cada dia , dejando a mas de un centenar de mensajes "buenos" a traves . Solo
alrededor del 1 por ciento de los mensajes que se identifica como " bien" son en
realidad el spam , sino que casi nunca se marca un buen mensaje como spam. El

sistema es casi tan precisa como seria y mucho mas rapido .

Modelos de Markov .

Otro metodo que es bueno en la aplicacion de redes probabilisticas a secuencias
complejas de informacion implica Markov models.[170]
Andrei Andreyevich Markov (1856-1922), un matematico de renombre, establecio
una teoria de las "cadenas de Markov", que fue refinado por Norbert Wiener (1894-1964)
en 1923. La teoria proporciona un metodo para evaluar la probabilidad de que se
produzca una cierta secuencia de eventos . Ha sido popular , por ejemplo , en el
reconocimiento de voz , en el que los eventos secuenciales son fonemas (partes del
discurso) . Los modelos de Markov se utilizan en el habla codigo de reconocimiento
de la probabilidad de que patrones especificos de sonido se encuentran en cada
fonema , como los fonemas influyen entre otros , y es probable que las ordenes de los
fonemas . El sistema tambien puede incluir redes de probabilidad sobre los niveles
mas altos de idioma , tales como el orden de las palabras . Las probabilidades reales
de los modelos son entrenados en los datos de habla y lenguaje actual y, por lo que el
metodo de auto-organizacion .
Modelos de Markov fue uno de los metodos de mis colegas y yo utilizar en nuestro
propio reconocimiento de voz development.[171] diferencia de los enfoques foneticos,
en que las normas especificas acerca de las secuencias de fonemas estan codificadas
de forma explicita por los linguistas humanos , que no le dijo que el sistema que hay
aproximadamente cuarenta y cuatro fonemas en Ingles , ni nos dicen que que
secuencias de fonemas eran mas propensos que otros. Dejamos que el sistema
descubrir estas "reglas" para si mismo de miles de horas de datos de voz transcritos
humanos . La ventaja de este enfoque sobre las reglas de codificacion manual es que

los modelos de desarrollo de las reglas de probabilidad sutiles de que los expertos
humanos no son necesariamente conscientes .

Redes Neuronales.

Otro metodo de auto-organizacion popular que tambien se ha utilizado en el
reconocimiento de voz y una amplia variedad de otras tareas de reconocimiento de
patrones es redes neuronales . Esta tecnica consiste en la simulacion de un modelo
simplificado de las neuronas y las conexiones interneuronales . Un enfoque basico
para las redes neuronales puede describirse de la siguiente manera . Cada punto de
una entrada dada (para el habla , cada punto representa dos dimensiones , una que es
de frecuencia y la otra vez; para las imagenes, cada punto seria un pixel en una
imagen de dos dimensiones) esta conectado al azar a las entradas de la primera capa
de las neuronas simuladas. Cada conexion tiene una fuerza sinaptica asociada , lo que
representa su importancia y que se fija en un valor aleatorio . Cada neurona suma las
senales que llegan a ella. Si la senal combinada supera un determinado umbral , la
neurona se activa y envia una senal a su conexion de salida, y si la senal de entrada
combinada no supera el umbral, la neurona no se dispara , y su salida es cero . La
salida de cada neurona esta conectada al azar a las entradas de las neuronas de la capa
siguiente . Hay multiples capas (generalmente tres o mas) , y las capas pueden estar
organizados en una variedad de configuraciones . Por ejemplo , una capa puede
alimentar de nuevo a una capa anterior . En la capa superior , la salida de uno o mas
neuronas , tambien seleccionada al azar , proporciona la respuesta . (Para una
descripcion algoritmica de redes neuronales , vea esta nota : 172)
Dado que el cableado de la red neuronal y los pesos sinapticos se establecen
inicialmente al azar , las respuestas de un inexperto red neuronal

sera aleatoria . La
clave para una red neuronal , por lo tanto , es que debe aprender su objeto . al igual
que el cerebros de los mamiferos en la que esta basado libremente , una red neuronal
comienza ignorante. De la red neuronal maestro que puede ser un ser humano, un
programa de ordenador , o tal vez si, red neuronal mas maduro que ya ha aprendido
sus lecciones - recompensas de la red neuronal estudiante cuando se genera el
resultado correcto y lo castiga cuando no lo hace . Esta informacion es a su vez
utilizado por la red neuronal estudiante para ajustar los puntos fuertes de cada
conexion interneuronal . Conexiones que eran consistentes con la respuesta correcta
se hacen mas fuerte . Los que abogo por una respuesta erronea se debilitan . Con el
tiempo, la red neuronal se organiza para dar las respuestas correctas sin
entrenamiento. Los experimentos han demostrado que las redes neuronales pueden
aprender su materia , incluso con profesores poco fiables . Si el profesor es correcta
solo el 60 por ciento de las veces, la red neuronal estudiante todavia aprender sus
lecciones.
Una poderosa red neuronal , mejor ensenado que puede emular una amplia gama de
facultades de reconocimiento de patrones humanos . Los sistemas que utilizan redes
neuronales multicapa han demostrado resultados impresionantes en una amplia
variedad de tareas de reconocimiento de patrones , incluyendo el reconocimiento de
escritura a mano , rostros humanos , el fraude en las transacciones comerciales, tales
como los cargos de tarjetas de credito , y muchos otros. En mi propia experiencia en
el uso de redes neuronales en tales contextos , la tarea de ingenieria mas dificil no es
la codificacion de las redes , pero en la prestacion de lecciones automatizados para

que puedan conocer su contenido.
La tendencia actual de las redes neuronales es tomar ventaja de los modelos mas
realistas y mas complejo de lo real biologica neural redes de trabajo , ahora que
estamos desarrollando modelos detallados de funcionamiento neuronal del cerebro
inversa CERCA engineering.[173] Ya que disponemos de varias decadas de experiencia
en el uso de paradigmas de auto-organizacion , nuevos puntos de vista de los estudios
del cerebro puede adaptarse rapidamente a los experimentos de red neural .
Las redes neuronales tambien son naturalmente susceptibles de procesamiento en
paralelo , ya que asi es como funciona el cerebro . El cerebro humano no tiene un
procesador central que simula cada neurona . Mas bien , podemos considerar cada
neurona y cada conexion interneuronal ser un procesador lento individual. Mucho
trabajo esta en marcha para desarrollar chips especializados que implementan
arquitecturas de red neural en paralelo para proporcionar sustancialmente mayor
throughput.[174]

Los algoritmos genéticos (GAs) .

Otro paradigma de auto-organizacion inspirada en la naturaleza es genetica, o
evolutivos, algoritmos , que emula la evolucion, incluyendo la reproduccion sexual y
mutaciones. Esta es una descripcion simplificada de como funcionan. En primer
lugar, determinar la forma de codificar las posibles soluciones a un problema
determinado . Si el problema es la optimizacion de los parametros de diseno para un
motor a reaccion , definir una lista de los parametros (con un numero especifico de
bits asignados a cada parametro). Esta lista es considerado como el codigo genetico
en el algoritmo genetico. Luego genere aleatoriamente miles o mas codigos geneticos
Cada codigo genetico tal (lo que representa un conjunto de

parametros de diseno) se
considera un organismo " solucion " simulada .
Ahora evaluar cada organismo simulado en un entorno simulado mediante el uso de
un metodo definido para evaluar cada conjunto de parametros . Esta evaluacion es la
clave para el exito de un algoritmo genetico . En nuestro ejemplo , aplicariamos cada
organismo solucion a una simulacion de jet- motor y determinar que tan exitoso es
aquel conjunto de parametros , de acuerdo con cualquier criterio que nos interesa (el
consumo de combustible, la velocidad, y asi sucesivamente). Los mejores organismos
de solucion (los mejores disenos) se les permite sobrevivir , y el resto se eliminan .
Ahora tienen cada uno de los sobrevivientes se multiplican hasta llegar a la misma
cantidad de criaturas solucion . Esto se realiza mediante la simulacion de la
reproduccion sexual . En otras palabras , cada nueva solucion descendencia extrae
parte de su codigo genetico de uno de los padres y otra parte de una segunda matriz .
Por lo general, no se hace distincion entre los organismos masculinos o femeninos ,
es suficiente para generar una descendencia de dos padres arbitrarias . A medida que
se multiplican , permitir cierta mutacion (cambio al azar) en los cromosomas que se
produzca.
Ahora hemos definido una generacion de la evolucion simulada , ahora repita estos
pasos para cada generacion subsiguiente. Al final de cada generacion de determinar la
cantidad de los disenos han mejorado . Cuando la mejora en la evaluacion de las
criaturas de diseno de una generacion a la siguiente se hace muy pequena , nos
detenemos este ciclo de mejora iterativa y utilizar el mejor diseno (s) en la ultima
generacion . (Para una descripcion algoritmica de los algoritmos geneticos , vea este
note.[175])

La clave para un GA es que los disenadores humanos no programar directamente una
solucion , sino que permiten una emergen a traves de un proceso de competencia
simulada y mejoramiento iterativo. Como ya comentamos , la evolucion biologica es
elegante pero lento , por lo que para aumentar su inteligencia nos reservamos el
discernimiento mientras gran medida la aceleracion de su ritmo pesado . El ordenador
es lo suficientemente rapido para simular muchas generaciones en cuestion de horas o
dias o semanas . Pero tenemos que pasar por este proceso iterativo de una sola vez ,
una vez que hemos permitido que esta evolucion simulada siga su curso , podemos
aplicar las normas desarrolladas y altamente refinado a los problemas reales de una
manera rapida .
Al igual que las redes neuronales de gas son una manera de aprovechar los patrones
sutiles pero profundas que existen en los datos caoticos. Un requisito fundamental
para su exito es una forma valida de evaluar cada posible solucion . Esta evaluacion
tiene que ser rapido , ya que debe tener en cuenta los muchos miles de posibles
soluciones para cada generacion de la evolucion simulada.
GAs son expertos en el manejo de problemas con demasiadas variables para calcular
las soluciones analiticas precisas . El diseno de un motor a reaccion, por ejemplo,
involucra a mas de un centenar de las variables y requiere docenas satisfaccion de
restricciones. Gas utilizado por investigadores de General Electric fueron capaces de
llegar a los disenos de motores que cumplen las restricciones con mayor precision
que los metodos convencionales
Cuando el uso de gas es necesario, sin embargo , tenga cuidado con lo que pides .
Universidad de Sussex investigador Jon Bird utiliza un AG para optimizar el diseno
de un circuito oscilador . Varios intentos generado disenos

convencionales que
utilizan un pequeno numero de transistores , pero el diseno ganador no era un
oscilador en absoluto, sino un circuito de radio simple. Al parecer, el GA descubrio
que el circuito de radio recogio un zumbido oscilante a partir de una cerca
computer.[176] La solucion de GA trabajado solo en la ubicacion exacta en la mesa en
la que se pidio a resolver el problema .
Los algoritmos geneticos , que forma parte del campo de caos o la teoria de la
complejidad , cada vez se utilizan para resolver problemas de negocios de otro modo
insolubles , tales como la optimizacion de las cadenas de suministro complejas. Este
enfoque esta empezando a sustituir a los metodos mas analiticos en toda la industria .
(Ver ejemplos a continuacion.) El paradigma tambien es experto en el reconocimiento
de patrones , y con frecuencia se combina con las redes neuronales y otros metodos
de auto-organizacion . Tambien es una manera razonable de escribir software,
especialmente software que necesita para encontrar un delicado equilibrio de los
recursos en competencia.
En la novela usr / bin / dios, Cory Doctorow , un escritor lider en la ciencia ficcion,
utiliza una variacion interesante de un AG para desarrollar una IA . El GA genera un
gran numero de sistemas inteligentes basados en diversas combinaciones de las
tecnicas de intrincados , con cada combinacion se caracteriza por su codigo genetico .
Estos sistemas se desarrollan con una GA .
La funcion de evaluacion es el siguiente: cada sistema se conecta a varias salas de
chat humanos y trata de pasar por una , basicamente, una prueba de Turing encubierta
humano. Si uno de los seres humanos en una sala de chat dice algo asi como " .Que
eres, un chatterbot ? " (chatterbot significa un programa automatico , que al nivel

actual de desarrollo se espera que no entienden el idioma en un nivel humano) , la
evaluacion es mas , que el sistema termina sus interacciones , e informa de su
puntuacion a la Asamblea General. La puntuacion se determina por el tiempo que era
capaz de pasar por humano sin ser desafiado de esta manera. El GA se desarrolla cada
vez mas intrincada combinacion de tecnicas que son cada vez mas capaces de pasar a
la alimentacion humana .
La principal dificultad con esta idea es que la funcion de evaluacion es bastante lento,
aunque se necesitara una cantidad considerable de tiempo una vez que los sistemas
son razonablemente inteligente . Ademas, las evaluaciones pueden tener lugar en gran
medida en paralelo. Es una idea interesante y en realidad puede ser un metodo util
para terminar el trabajo de pasar el test de Turing , una vez que lleguemos al punto en
que tenemos algoritmos suficientemente sofisticados para alimentar tal GA , por lo
que la evolucion de la AI Turing - capaz es factible .

Búsqueda recursiva .

A menudo tenemos que buscar a traves de un gran numero de combinaciones de
posibles soluciones para resolver un problema dado. Un ejemplo clasico es en jugar
juegos como el ajedrez . Como jugador considera que su proximo movimiento ,
puede listar todos sus posibles movimientos y, a continuacion , para cada medida de
este tipo , todos los contraataques posibles por el oponente , y asi sucesivamente . Es
dificil, sin embargo , para los jugadores humanos para mantener una gran " arbol " de
las secuencias de movimiento - contramovimiento en la cabeza , por lo que confia en
el reconocimiento de patrones de reconocimiento de situaciones sobre la base de la
experiencia previa , mientras que las maquinas utilizan el analisis logico de millones
de movimientos y contraataques .

Este arbol logico esta en el corazon de la mayoria de los programas de juegos de
videos . Considere como se hace esto . Construimos un programa que se llama
seleccion mejor paso para seleccionar cada movimiento. Elija Best Next Step
comienza haciendo una lista de todos los movimientos posibles de la situacion actual
de la junta directiva. (Si el problema se soluciona un teorema matematico , en lugar
de movimientos de juego , el programa seria enumerar todos los posibles pasos a
seguir en una prueba .) Para cada movimiento el programa construye una tabla
hipotetica que refleja lo que pasaria si hicieramos este movimiento. Para cada placa
hipotetica , ahora tenemos que considerar lo que nuestro oponente haria si hicimos
este movimiento. Ahora recursividad entra, porque Elige Best Next Step simplemente
llama Elige Best Next Step (en otras palabras , si) para escoger el mejor movimiento
para nuestro oponente . En autodenominado , Pick mejor paso a continuacion muestra
todos los movimientos legales de nuestro oponente .
El programa sigue llamando a si mismo, de cara al futuro ya que muchos
movimientos ya que tenemos tiempo para pensar , lo que se traduce en la generacion
de un arbol de movimiento - contramovimiento enorme. Este es otro ejemplo de
crecimiento exponencial , porque para mirar hacia adelante un movimiento adicional
(o contramovimiento) requiere multiplicando la cantidad de calculo disponible en
alrededor de cinco. La clave para el exito de la formula recursiva es la poda de este
arbol inmenso de posibilidades y en ultima instancia, detener su crecimiento . En el
contexto del juego , si un tablero parece desesperada para uno y otro lado , el
programa puede detener la expansion del arbol de movimiento - contramovimiento
desde ese punto (llamado un " terminal de hoja " del arbol) y

considerar el
movimiento mas recientemente considerado como un victoria o perdida probable.
Cuando se completan todas estas llamadas anidadas programa , el programa se ha
determinado el mejor movimiento posible para el tablero real actual dentro de los
limites de la profundidad de la expansion recursiva que no tenia tiempo para seguir y
la calidad de su algoritmo de poda. (Para una descripcion algoritmica de busqueda
recursiva , vea esta nota : 177)
La formula recurrente es a menudo eficaz en matematicas. En lugar de movimientos
de juego, los "movimientos " son el axiomas del campo de las matematicas estan
abordando , como teoremas y probadas previamente . La expansion en cada punto es
los axiomas posibles (o teoremas previamente probadas) que se pueden aplicar a una
prueba en cada paso . (Este fue el enfoque utilizado por Newell, Shaw, y el General
Problem Solver de Simons .)
A partir de estos ejemplos puede parecer que la recursividad es adecuado solo para
problemas en los que hemos definido nitidamente normas y objetivos . Pero tambien
ha mostrado ser prometedor en la generacion de equipo de las creaciones artisticas.
Por ejemplo , un programa que disene llamada Poeta Cibernetica de Ray Kurzweil
utiliza un recursivo approach.178 El programa establece una serie de objetivos para
cada palabra - el logro de un determinado patron ritmico , la estructura de un poema,
y la seleccion de palabras que es deseable en ese momento en el poema . Si el
programa no es capaz de encontrar una palabra que cumpla con estos criterios, se
retrocede y borra la palabra anterior que ha escrito , restablece el criterio que se habia
fijado originalmente para la palabra simplemente borrado, y va desde alli. Si eso
tambien conduce a un callejon sin salida , que realiza copias de

seguridad una vez
mas, pasando asi hacia atras y hacia adelante. Finalmente , obliga a si mismo a tomar
una determinacion al relajar algunas de las restricciones , si todos los caminos
conducen a callejones sin salida.

Negro (ordenador) ... es decidir su próximo movimiento

[Tablero de ajedrez]
Blanco (tu)

" Thinking Machines 2 " por el matematico Martin Wattenberg con Marek Walczak
muestra las secuencias de movimiento - contramovimiento se esta evaluando , ya que
considera que su proximo movimiento.

Combinación de métodos .

El metodo mas poderoso para la construccion de sistemas de inteligencia artificial
robusto es la combinacion de enfoques , que es como funciona el cerebro humano .
Como hemos comentado , el cerebro no es una red neuronal grande, pero en lugar
consta de cientos de regiones, cada una de las cuales esta optimizado para el
procesamiento de informacion de una manera diferente. Ninguna de estas regiones
por si mismo funciona a lo que podriamos considerar los niveles humanos de
rendimiento, pero muy caro , por definicion, todo el sistema hace exactamente eso .
He utilizado este enfoque en mi propio trabajo AI , especialmente en el
reconocimiento de patrones . En el reconocimiento de voz , por ejemplo , hemos
implementado una serie de diferentes sistemas de reconocimiento de patrones
basados en diferentes paradigmas. Algunos fueron programados especificamente con
el conocimiento de las limitaciones de fonetica y linguistica de los expertos. Algunos
se basan en las normas va a analizar oraciones (que implica la creacion de diagramas
de frases que muestran el uso de la palabra , de forma similar a los diagramas que se
ensenan en la escuela primaria) . Algunos se basan en tecnicas de

auto-organizacion,
como los modelos de Markov , entrenados en amplias bibliotecas de expresion
humana registrada y anotada . A continuacion, programamos un software "Gestor de
expertos " para conocer las fortalezas y debilidades de los diferentes "expertos"
(reconocedores) y combinar sus resultados de forma optima . De esta manera , una
tecnica en particular que por si mismo podria producir resultados poco fiables , sin
embargo, puede contribuir al aumento de la precision global del sistema .
Hay muchas formas intrincadas de combinar los metodos variados en caja de
herramientas de AI . Por ejemplo , se puede utilizar un algoritmo genetico para
evolucionar la topologia optima (organizacion de los nodos y las conexiones) para
una red neuronal o un modelo de Markov . La salida final de la red neuronal GA -
evolucionado a continuacion, se puede utilizar para controlar los parametros de un
algoritmo de busqueda recursiva . Podemos anadir en las tecnicas de la senal y de
procesamiento de imagenes de gran alcance que han sido desarrollados para los
sistemas de procesamiento de patron . Cada aplicacion especifica requiere una
arquitectura diferente . Profesor de ciencias de computadoras y AI empresario Ben
Goertzel ha escrito una serie de libros y articulos que describen las estrategias y
arquitecturas para la combinacion de los diversos metodos que subyacen a la
inteligencia. Su arquitectura Novamente tiene por objeto proporcionar un marco para
el uso general AI.[179]
Las descripciones basicas anteriores solo proporcionan una vision de como cada vez
mas se disenan sistemas de IA actuales sofisticados . Esta mas alla del alcance de este
libro para proporcionar una descripcion detallada de las tecnicas de la IA , e incluso

un programa de doctorado en ciencias de la computacion no es capaz de cubrir la
totalidad de los diversos enfoques que se utilizan hoy en dia.
Muchos de los ejemplos de sistemas de IA estrechas del mundo real se describen en
la siguiente seccion de usar una variedad de metodos integrados y optimizados para
cada tarea en particular . Reduzca AI esta fortaleciendo como resultado de varias
tendencias simultaneas : continuado ganancias exponenciales en recursos
computacionales , amplia experiencia en el mundo real con miles de aplicaciones y
nuevas ideas en como el cerebro humano toma decisiones inteligentes.

A Sampler AI estrecho

Cuando escribi mi primer libro AI , La era de las maquinas inteligentes, a finales de
1980, tenia que llevar a cabo amplias investigaciones para encontrar algunos
ejemplos de exito de la IA en la practica. La Internet aun no era frecuente, por lo que
tuve que ir a las bibliotecas reales y visitar los centros de investigacion de AI en
Estados Unidos , Europa y Asia. He incluido en mi libro mas o menos todos los
ejemplos razonables pude identificar. En mi investigacion para este libro, mi
experiencia ha sido totalmente diferente. He sido inundado con miles de ejemplos
convincentes . En nuestros informes en el sitio Web KurzweilAI.net , contamos con
uno o mas sistemas dramaticos casi todos day.[180]
Un estudio realizado en 2003 por Business Communications Company proyecta un
mercado de $ 21000 millones para el ano 2007 para aplicaciones de inteligencia
artificial , con un crecimiento medio anual del 12,2 por ciento de 2002 a 2.007,181
principales industrias para aplicaciones de IA incluyen inteligencia empresarial,
relaciones con los clientes , finanzas , defensa y seguridad nacional , y la educacion .
He aqui una pequena muestra de AI estrecha en accion.

Militares y de inteligencia .
El ejercito de EE.UU. ha sido un avido usuario de sistemas de inteligencia artificial .
Sistemas de software de reconocimiento de patrones guian armas autonomas, como
los misiles de crucero , que pueden volar miles de kilometros para encontrar un
edificio especifico o incluso una determinada window.[182] Aunque los detalles
pertinentes de los terrenos que el misil vuela sobre se programan con antelacion , las
variaciones en el clima, la cobertura del suelo y otros factores requieren un nivel
flexible de reconocimiento de imagen en tiempo real.
El ejercito ha desarrollado prototipos de auto-organizacion de las redes de
comunicacion (llamadas " redes de malla ") para configurar de forma automatica
miles de nodos de comunicacion , cuando un peloton se deja caer en una nueva
location.[183]
Los sistemas expertos que incorporan redes bayesianas y gas se utilizan para
optimizar las cadenas de suministro complejas que coordinan millones de provisiones
suministros y armas sobre la base de los requisitos del campo de batalla que cambia
rapidamente .
Sistemas de inteligencia artificial se emplean habitualmente para simular el
funcionamiento de las armas , incluidas las bombas nucleares y misiles.
Letreros de orientacion de los 11 de septiembre de 2001 los ataques terroristas al
parecer fue detectado por el sistema Echelon basado en IA de la Agencia de
Seguridad Nacional , que analiza un seguimiento exhaustivo de la agencia de
comunicaciones traffic.184 Desafortunadamente , las advertencias de Echelon no
fueron revisados por los agentes humanos hasta que fue demasiado tarde.
La campana militar de 2002 en Afganistan se produjo el debut del Predator armado,

un luchador volador robotico no tripulado . Aunque Predator de la Fuerza Aerea habia
estado en desarrollo durante muchos anos , armado con misiles ejercito suministrados
era una improvisacion de ultima hora que resulto un exito notable . En la guerra de
Irak , que comenzo en 2003, el Predator armado (operado por la CIA) y otros
vehiculos aereos no tripulados (UAV volando) destruyo miles de tanques enemigos y
sitios de misiles.
Todos los servicios militares estan utilizando robots . El ejercito los utiliza a las
cuevas de busqueda (en Afganistan) y edificios. La Armada utiliza pequenas naves
roboticas para proteger sus portaaviones . Como explico en el capitulo siguiente ,
moviendose soldados fuera de combate es una tendencia cada vez mayor .

Exploración Espacial .

NASA esta construyendo autocomprension en el software de control de su nave
espacial no tripulada . Debido a que Marte es cerca de tres minutos-luz de la Tierra y
Jupiter alrededor de cuarenta minutos-luz (dependiendo de la posicion exacta de los
planetas) , la comunicacion entre la nave espacial se dirigieron alli y controladores
terrestres se retrasa considerablemente. Por esta razon es importante que el software
de control de estas misiones tienen la capacidad de llevar a cabo su propia toma de
decisiones tacticas. Para lograr este software de la NASA se esta disenado para
incluir un modelo de propias capacidades del software y los de la nave espacial , asi
como los retos cada mision es probable que encuentre. Tales basado en IA sistemas
son capaces de razonar a traves de nuevas situaciones y no solo seguir las reglas
preprogramadas . Este enfoque permitio a la nave Deep Space • • Uno de cada 1,999
a utilizar su propio conocimiento tecnico para elaborar una serie de planes originales

para superar un interruptor atascado que amenazaba con destruir su mision de
exploracion de un primer plan del sistema de IA asteroid.[185] no funciono , pero su
segundo plan salvo la mision. "Estos sistemas tienen un modelo comun de la fisica de
sus componentes internos ", explica Brian Williams, co-inventor del software
autonomo Espacio Profundo de la Uno y ahora un cientifico de Sistemas Espaciales
del MIT y los laboratorios de AI . " [La nave espacial] puede razonar de ese modelo
para determinar cual es el problema y saber como actuar. "
Utilizando una red de ordenadores NASA utilizo gases de evolucionar un diseno de
antena de tres Space Technology 5 satelites que estudiaran el campo magnetico de la
Tierra. Millones de posibles disenos compitieron en la evolucion simulada. Segun el
cientifico de la NASA y lider del proyecto Jason Lohn , " Ahora estamos utilizando el
software [GA] para disenar pequenas maquinas microscopicas , incluyendo
giroscopios, para la navegacion vuelos espaciales . El software tambien puede
inventar disenos que ningun disenador humano se le ocurre . " [186]
Otro sistema de AI NASA aprendio por si mismo a distinguir estrellas de las galaxias
en imagenes muy debiles con una precision superando a la de los astronomos
humanos.
Nuevos telescopios roboticos terrestres son capaces de tomar sus propias decisiones
sobre donde buscar y como optimizar la probabilidad de encontrar fenomenos
deseados. Llamado "observatorios autonomas, semi-inteligentes ", los sistemas
pueden adaptarse a las condiciones meteorologicas, cuenta temas de interes , y
decidir por su cuenta para rastrearlos. Ellos son capaces de detectar fenomenos muy
sutiles , tales como una estrella de parpadear para un nanosegundo , lo que puede
indicar un pequeno asteroide en las regiones exteriores de nuestro

sistema solar que
pasa por delante de la luz de que star.187 Uno de tales sistemas , llamados Objeto en
movimiento y de eventos transitorios sistema de Busqueda
(MOTESS), ha
identificado a sus propios 180 nuevos asteroides y cometas varios durante sus dos
primeros anos de funcionamiento. "Tenemos un sistema de observacion inteligente ",
explico el astronomo de la Universidad de Exeter Alasdair Allan . " Piensa y
reacciona por si mismo , decidir si algo se ha descubierto es lo suficientemente
interesante como para necesitar mas observaciones . Si se necesitan mas
observaciones , solo sigue adelante y las personas los sufran . "
Sistemas similares son utilizados por los militares para analizar automaticamente los
datos de los satelites espia . Tecnologia satelital actual es capaz de observar las
caracteristicas a nivel del suelo alrededor de una pulgada de tamano y no se ve
afectada por el mal tiempo , las nubes , o darkness.[188] La enorme cantidad de datos
generados continuamente no seria manejable, sin reconocimiento de imagen
automatico programado para buscar relevante desarrollos.

Medicina.

Si obtiene un electrocardiograma (ECG) es probable que reciba un diagnostico
automatizado usando reconocimiento de patrones aplicado a los registros de ECG a
su medico . Mi propia empresa (Kurzweil Technologies) esta trabajando con United
Therapeutics para desarrollar una nueva generacion de analisis automatizado de ECG
para la vigilancia discreta a largo plazo (a traves de sensores integrados en la ropa y
de la comunicacion inalambrica con un telefono celular) de los signos de alerta
temprana de enfermedades del corazon. [189] Otros sistemas de reconocimiento de
patrones se utilizan para diagnosticar una variedad de datos de imagenes .

Todos los desarrolladores de las principales drogas esta utilizando programas de IA
para hacer el reconocimiento de patrones y la mineria de datos inteligente en el
desarrollo de nuevos tratamientos farmacologicos . Por ejemplo SRI International es
la construccion de bases de conocimiento flexibles que codifican todo lo que sabemos
acerca de una docena de agentes de enfermedades , como la tuberculosis y el H.
pylori (las bacterias que causan las ulceras) .[190] El objetivo es aplicar las
herramientas de mineria de datos inteligentes (software que puede buscar nuevo
relaciones entre los datos) para encontrar nuevas maneras de matar o alterar el
metabolismo de estos patogenos .
Sistemas similares se aplican a la realizacion de la deteccion automatica de nuevas
terapias para otras enfermedades , asi como la comprension de la funcion de los genes
y sus funciones en disease.[191] Por ejemplo Abbott Laboratories afirma que seis
investigadores humanos en uno de sus nuevos laboratorios equipados con AI basados
en sistemas roboticos y de analisis de datos son capaces de igualar los resultados de
doscientos cientificos de la antigua droga desarrollo labs.[192]
Los hombres con los niveles de antigeno prostatico especifico (PSA elevados) por lo
general se someten a una biopsia quirurgica , sino de 75 por ciento de estos hombres
no tienen cancer de prostata. Una nueva prueba , con base en el reconocimiento de
patrones de proteinas en la sangre, lo que reduciria la tasa de falsos positivos de
alrededor del 29 percent.[193] La prueba se basa en un programa de IA disenado por
Correlogic Systems en Bethesda , Maryland, y se espera que la precision para mejorar
la aun mas con el desarrollo continuado.
El reconocimiento de patrones aplicado a los patrones de proteinas tambien se ha
utilizado en la deteccion de cancer de ovario . La mejor prueba

contemporanea de
cancer de ovario , llamado CA- 125 , utilizado en combinacion con el ultrasonido ,
pierde casi todos los tumores en etapa temprana. " En el momento en que ahora se
diagnostica el cancer de ovario es muy a menudo mortal", dice Emanuel Petricoin
III , codirector del Programa de Proteomica clinica a cargo de la FDA y el Instituto
Nacional del Cancer. Petricoin es el desarrollador principal de un nuevo examen
basado en IA busca de patrones unicos de proteinas que se encuentran solo en la
presencia de cancer . En una evaluacion de la participacion de cientos de muestras de
sangre , la prueba era, segun Petricoin ", un sorprendente 100 % de precision en la
deteccion de cancer, incluso en las primeras etapas . " 194
Alrededor del 10 por ciento de todas las diapositivas de la prueba de Papanicolaou en
los Estados Unidos son analizados por un programa de auto - aprendizaje AI llamada
FocalPoint , desarrollado por TriPath Imaging. Los desarrolladores comenzaron
entrevistando a los patologos en los criterios que utilizan. Despues, el sistema de IA
continuo aprendiendo observando patologos expertos . Se permitio Solo los mejores
diagnosticadores humanos debe ser respetado por el programa. " Esa es la ventaja de
un sistema experto ", explica Bob Schmidt , gerente de producto tecnico del Tri-Path.
" Se le permite replicar sus mejores personas. "
Sistema de Salud de Ohio State University ha desarrollado un sistema de prescripcion
electronica de entrada de pedidos (CPOE) en base a un sistema experto con amplio
conocimiento en multiples specialties.195 El sistema comprueba automaticamente
cada pedido de posibles alergias en el paciente , las interacciones medicamentosas,
las duplicaciones , las restricciones de drogas , pautas de dosificacion y adecuacion
dado informacion sobre el paciente desde el laboratorio del hospital

y los
departamentos de radiologia .

Ciencias y Matemáticas.

Un " cientifico robot " ha sido desarrollado en la Universidad de Gales que combina
un sistema basado en IA capaz de formular teorias originales , un sistema robotico
que puede llevar a cabo experimentos , de forma automatica y un motor de
razonamiento para evaluar los resultados . Los investigadores siempre que su
creacion , con un modelo de la expresion de genes en la levadura . El sistema " se
origina automaticamente hipotesis para explicar las observaciones, disena
experimentos para probar estas hipotesis , se ejecuta fisicamente los experimentos
utilizando un robot de laboratorio, interpreta los resultados de falsificar hipotesis
inconsistentes con los datos , y luego se repite el ciclo . " 196 El sistema es capaz de
mejorar su desempeno , aprendiendo de su propia experiencia. Los experimentos
disenados por el cientifico robot eran tres veces menos costoso que los disenados por
los cientificos humanos. Una prueba de la maquina contra un grupo de cientificos
humanos demostro que los descubrimientos hechos por la maquina fueron
comparables a las realizadas por los seres humanos .

Mike Young , director de biologia en la Universidad de Gales , fue uno de los
cientificos humanos que perdieron a la maquina. El explica que "el robot me pegaba ,
pero solo porque me golpeo la tecla equivocada en un momento . "

Una conjetura de larga data en el algebra fue finalmente resulto en un sistema de
inteligencia artificial en el Argonne National Laboratorio . Matematicos humanos
llamaron a la prueba " creativa".

Negocios , Finanzas y Manufactura .

Empresas de todos los sectores estan utilizando sistemas de inteligencia artificial
para controlar y optimizar la logistica, detectar el fraude y el

blanqueo de dinero, y
llevar a cabo la mineria de datos inteligente en la multitud de informacion que
recogen cada dia . Wal -Mart , por ejemplo, reune a grandes cantidades de
informacion de sus transacciones con los compradores. Herramientas AI basados con
redes neuronales y sistemas expertos revisen esta informacion para proporcionar
informes de investigacion de mercado para los directivos. Esta mineria de datos
inteligente que les permite hacer predicciones muy precisas sobre el inventario
requerido para cada producto en cada tienda para cada day.[197]
AI programas basados se utilizan rutinariamente para detectar el fraude en las
transacciones financieras . Ruta Future , empresa Ingles , por ejemplo, ofrece iHex ,
basado en las rutinas de IA desarrollados en la Universidad de Oxford, para detectar
el fraude en las transacciones de tarjetas de credito y prestamos applications.[198] El
sistema genera y actualiza continuamente sus propias reglas basadas en su
experiencia. First Union Home Equity Bank en Charlotte, Carolina del Norte, utiliza
Arreglista prestamo , un sistema basado en IA similares , para decidir si aprueba o no
la hipoteca applications.[199] NASDAQ similar utiliza un programa de aprendizaje
denominado Observacion de Valores, Noticias Analisis y Sistema de regulacion
(SONAR) para supervisar todas las operaciones de fraude, asi como la posibilidad de
insider trading.[200] A finales de 2003 mas de 180 incidentes habian sido detectados por
el sonar y se refirio a la Securities and Exchange Commission y el Departamento de
Justicia de EE.UU. Estos incluyen varios casos que mas tarde recibieron la cobertura
de noticias importantes.
Ascent Technology , fundada por Patrick Winston , quien dirigio el MIT AI Lab
desde 1972 hasta 1997 , se ha disenado un sistema GA- basado

llamado Smart-
Airport Operations Center (SAOe) que puede optimizar la compleja logistica de un
aeropuerto, como el equilibrio de las asignaciones de trabajo de cientos de empleados
por lo que las asignaciones de puertas y equipos y la gestion de un gran numero de
otros puntos Winston details.201 que " descubrir formas de optimizar una situacion
complicada es lo que hacen los algoritmos geneticos . " SAOC ha aumentado la
productividad en un 30 por ciento en los aeropuertos en los que se ha aplicado .
El primer contrato de ascenso fue aplicar sus tecnicas de IA para la gestion de la
logistica de la campana Tormenta del Desierto de 1991 en Irak. DARPA dijo que los
sistemas de planificacion de la logistica de Al- basados , incluyendo el sistema de
ascenso , resulto en un mayor ahorro que toda la inversion del gobierno en la
investigacion Al durante varias decadas.
Una tendencia reciente en el software es para sistemas de IA para supervisar el
rendimiento de un sistema de software complejo, reconocer fallos de funcionamiento,
y determinar la mejor manera de recuperar de forma automatica sin necesidad de
informar a la humana user.202 La idea se deriva de la realizacion que a medida que
los sistemas de software se vuelven mas complejas , como los humanos, que nunca
sera perfecto , y que la eliminacion de todos los errores es imposible. Como seres
humanos , utilizamos la misma estrategia : no esperamos que sea perfecto , pero por
lo general tratan de recuperarse de los errores inevitables . "Queremos soportar este
concepto de administracion de sistemas en la cabeza ", dice Armando Fox , el jefe del
Grupo de Software de Infraestructuras de la Universidad de Stanford , que esta
trabajando en lo que ahora se llama "computacion autonomica. " Fox anade: " El

sistema tiene que ser capaz de erigirse , tiene que optimizarse. Dispone de repararse a
si mismo , y si algo sale mal , tiene que saber como responder a las amenazas
externas . " IBM, Microsoft y otros proveedores de software son el desarrollo de
sistemas que incorporan capacidades autonomicas .

Manufactura y Robótica .

Fabricacion integrada por ordenador (CIM) emplea cada vez mas tecnicas de IA para
optimizar el uso de los recursos , optimizar la logistica y reducir los inventarios a
traves de justo a tiempo de compra de piezas y suministros. Una nueva tendencia en
los sistemas CIM es el uso de " razonamiento basado en casos " en lugar de los
sistemas expertos no modificables , basados en reglas . Codigos de razonamiento Tal
conocimiento como "casos ", que son ejemplos de problemas con soluciones. Casos
iniciales suelen ser disenados por los ingenieros , pero la clave para un sistema de
razonamiento basado en casos con exito es su capacidad para reunir nuevos casos de
la experiencia real . El sistema es capaz entonces de aplicar el razonamiento a partir
de sus casos almacenados a nuevas situaciones .

Los robots se usan ampliamente en la industria manufacturera . La ultima generacion
de robots utiliza sistemas de la maquina de vision Al- flexibles basados en empresas
como Cognex Corporation en Natick , Massachusetts , que puede responder de
manera flexible a las diferentes relaciones . Esto reduce la necesidad de una
configuracion precisa para el robot para operar correctamente. Brian Carlisle, director
general de Adept Technologies, una compania de la fabrica de automatizacion de
Livermore , California , senala que "incluso si los costos laborales fueron eliminados
[como consideracion] , un caso fuerte todavia puede hacerse para la automatizacion
con robots y otros automatizacion flexible. Ademas de la calidad y

el rendimiento ,
los usuarios obtienen al permitir un rapido cambio de producto y la evolucion que no
puede ser igualada con herramientas duras " .
Uno de los principales expertos en robotica de AI , Hans Moravec , ha fundado una
compania llamada SEEGRID aplicar su tecnologia de maquina de vision para
aplicaciones en la fabricacion , manipulacion de materiales , y militares missions.203
El software de Moravec permite a un dispositivo (un robot o simplemente un carro
de manipulacion de materiales) para caminar o rodar a traves de un entorno no
estructurado y en una sola pasada construir un " voxel " fiable
(pixel tridimensional)
mapa del entorno . El robot puede entonces utilizar el mapa y su propia capacidad de
razonamiento para determinar una ruta optima y libre de obstaculos para llevar a cabo
su mision asignada.
Esta tecnologia permite que los carros autonomos para transferir materiales a lo largo
de un proceso de fabricacion sin el alto grado de preparacion necesaria con los
sistemas roboticos preprogramados convencionales . En situaciones militares
vehiculos autonomos podrian llevar a cabo misiones precisas mientras se ajusta a los
rapidos cambios del entorno y las condiciones del campo de batalla .
La vision artificial tambien esta mejorando la capacidad de los robots para interactuar
con los humanos. Usando camaras , pequenos y baratos , software de cabeza y de
seguimiento ocular puede detectar cuando un usuario humano , permitiendo robots ,
asi como personalidades virtuales en una pantalla , para mantener el contacto visual,
un elemento clave para las interacciones naturales. Sistemas de Cabeza y seguimiento
ocular se han desarrollado en la Universidad Carnegie Mellon y el MIT , donde
encuentran las pequenas empresas como ver Maquinas de Australia

.
Una impresionante demostracion de la vision artificial es un vehiculo que era
conducido por un sistema de inteligencia artificial , sin intervencion humana durante
casi toda la distancia de Washington, DC, a San Diego.[204] Bruce Buchanan , profesor
de ciencias informaticas en la Universidad de Pittsburgh y presidente de la
Asociacion Americana de Inteligencia artificial, senalo que esta hazana habria sido "
algo inaudito hace 10 anos. "
Palo Alto Research Center (PARC) esta desarrollando un enjambre de robots que
pueden navegar en ambientes complejos, como una zona de desastre , y encontrar
elementos de interes , como los seres humanos que pueden ser lesionados . En una
demostracion de septiembre de 2004 en una conferencia de AI en San Jose ,
demostraron un grupo de robots auto-organizacion en un desastre simulado , pero
realista area.[205] Los robots se movieron sobre el terreno, se comunico con los otros,
utilizan el reconocimiento de patrones en las imagenes , y detectado el calor del
cuerpo para localizar los seres humanos .

Habla y Lenguaje .

Lidiando con el lenguaje natural es la tarea mas dificil de todos para la inteligencia
artificial. No hay trucos sencillos , cortos de dominar plenamente los principios de la
inteligencia humana , permitira un sistema computarizado para emular convincente
conversacion humana , incluso si se limita a solo los mensajes de texto . Esta fue una
vision perdurable de Turing en el diseno de la prueba del mismo nombre basado
enteramente en el lenguaje escrito .
Aunque todavia no esta en el nivel humano , los sistemas de procesamiento de
lenguajes naturales estan haciendo progresos solidos . Los motores de busqueda se
han vuelto tan populares que " Google " ha pasado de ser un

nombre propio a un
verbo comun , y su tecnologia ha revolucionado la investigacion y el acceso al
conocimiento. Otros motores de busqueda Google y el uso de metodos estadisticos de
aprendizaje Al- basados y la inferencia logica para determinar el ranking de los
enlaces. El mas obvio fracaso de estos motores de busqueda es su incapacidad para
entender el contexto de las palabras. Si bien un usuario experimentado aprende a
disenar una serie de palabras clave para encontrar los sitios mas relevantes (por
ejemplo, es probable que evitar las referencias a las patatas fritas que una busqueda
de " chip" solo podria aparecer una busqueda de " chip ") , lo que realmente le
gustaria ser capaz de hacer es conversar con los motores de busqueda en lenguaje
natural. Microsoft ha desarrollado un motor de busqueda de lenguaje natural llamado
Pregunte MSR (Pregunte Investigacion Micro -Soft) , que en realidad responde a las
preguntas de lenguaje natural tales como " Cuando nacio Mickey Mantle ? " 206
Despues de que el sistema analiza la sentencia para determinar las partes del discurso
(sujeto, verbo , objeto, adjetivo y adverbio modificadores , etc) , un motor de
busqueda especial, entonces encuentra coincidencias en base a la sentencia analizada.
Los documentos encontrados se buscan frases que parecen responder a la pregunta y
las posibles respuestas se clasifican . Al menos el 75 por ciento de las veces , la
respuesta correcta esta en las tres primeras posiciones igualadas , y las respuestas
incorrectas son generalmente obvios (como " Mickey Mantle nacio en 3 ") . Los
investigadores esperan poder incluir las bases de conocimientos que reduzcan el
rango de muchas de las respuestas sin sentido .
Microsoft investigador Eric Brill , que ha dirigido la investigacion sobre Pregunta

MSR , tambien ha intentado una tarea aun mas dificil : la construccion de un sistema
que proporciona respuestas de unas cincuenta palabras a las preguntas mas complejas
tales como : ".Como son los galardonados con el Premio Nobel seleccionado ? " Una
de las estrategias utilizadas por este sistema es encontrar una seccion de preguntas
frecuentes apropiado en la Web que responde a la consulta.
Sistemas de lenguaje natural combinado con gran vocabulario, independiente del
hablante (es decir , sensible a cualquier altavoz) el reconocimiento de voz a traves
del telefono estan entrando en el mercado para llevar a cabo las transacciones de
rutina . Usted puede hablar con agencias de viajes virtuales de British Airways sobre
cualquier cosa que usted desea , siempre y cuando lo que tiene que ver con la reserva
de vuelos con British Airways.[207] Usted es tambien probable que hablar con una
persona virtual si se llama a Verizon de servicio al cliente o Charles Schwab y Merrill
Lynch para llevar a cabo transacciones financieras. Estos sistemas , al tiempo que
puede ser molesto para algunas personas, son bastante habil para responder
adecuadamente a la forma en que a menudo ambigua y fragmentada que la gente
habla . Microsoft y otras companias estan ofreciendo sistemas que permiten a una
empresa para crear agentes virtuales para hacer reservaciones para los viajes y los
hoteles y realizar transacciones de rutina de todo tipo a traves de dos vias , los
dialogos de voz bastante naturales.
No todas las llamadas esta satisfecho con la capacidad de estos agentes virtuales para
hacer el trabajo , pero la mayoria de los sistemas proporcionan un medio para llegar a
un ser humano en la linea. Las empresas que utilizan estos sistemas informan que
reducen la necesidad de los agentes de servicios humanos hasta el 80 por ciento.

Aparte de el dinero ahorrado , la reduccion del tamano de llamada centros tiene un
beneficio de gestion . Trabajos de call-center tienen muy altas tasas de rotacion
debido a la baja satisfaccion en el trabajo .
Se dice que los hombres son reacios a pedir a los demas para las direcciones , pero
los vendedores de automoviles estan apostando a que los dos pilotos de ambos sexos
estaran dispuestos a hacer su propio coche en busca de ayuda para llegar a su destino.
En 2005, el Acura RL y Honda Odyssey estara ofreciendo un sistema de IBM que
permite a los usuarios conversar con su cars.[208]
Indicaciones para llegar incluiran nombres de las calles (por ejemplo, " Gire a la
izquierda en la calle principal , luego a la derecha en la Segunda Avenida ") . Los
usuarios pueden hacer preguntas tales como ".Donde esta el restaurante italiano mas
cercano? " o pueden entrar en determinados lugares por la voz , pedir aclaraciones
sobre las direcciones, y dar ordenes al propio vehiculo (por ejemplo, " Gire el aire
acondicionado") . El Acura RL tambien hara un seguimiento de las condiciones del
camino y la congestion del trafico destacado en su pantalla en tiempo real.
El reconocimiento de voz se afirma que es independiente del hablante y no ser
afectado por el sonido del motor , el viento y otros ruidos . El sistema informa
reconocera 1,7 millones de nombres de la calle y de la ciudad , ademas de cerca de
mil comandos .
Traduccion de idiomas por ordenador sigue mejorando poco a poco . Debido a que
este es un nivel de Turing es tarea que requiere de la comprension completa de nivel
humano del lenguaje para actuar en humanos los niveles - que sera una de las ultimas
areas de aplicacion para competir con el rendimiento humano . Franz Josef Och ,
cientifico informatico en la Universidad del Sur de California, ha

desarrollado una
tecnica que puede generar un nuevo sistema de la lengua de la traduccion entre
cualquier par de idiomas en cuestion de horas o days.209 Todo lo que necesita es una
" piedra de Rosetta " - es decir, el texto en un idioma y la traduccion de ese texto en la
otra lengua , aunque el necesita a millones de palabras de este texto traducido.
Usando una tecnica de auto-organizacion , el sistema es capaz de desarrollar sus
propios modelos estadisticos de como el texto se traduce de un idioma a otro y
desarrolla estos modelos en ambas direcciones.
Esto contrasta con otros sistemas de traduccion , en la que los linguistas con esmero
las reglas gramaticales de codigo con una larga lista de excepciones a cada regla.
Sistema de Och recientemente recibio el puntaje mas alto en una competicion de
sistemas de traduccion realizados por el Instituto Nacional de Estandares y
Tecnologia del Departamento de Comercio de EE.UU. .

Entretenimiento y deportes .

En una aplicacion divertida y fascinante de gas, Oxford cientifico Torsten Reil
creado criaturas animadas con las articulaciones y los musculos simulados y una red
neuronal de un cerebro. A continuacion, les asigna una tarea: para caminar. Se utiliza
un AG para desarrollar esta capacidad , que involucro a setecientos parametros. " Si
nos fijamos en que el sistema de con los ojos humanos , no hay manera de que usted
puede hacer por su cuenta , ya que el sistema es demasiado complejo", Reil senala.
"Ahi es donde entra en juego la evolucion " 210
Si bien algunas de las criaturas evolucionadas camino de una manera suave y
convincente, la investigacion demostro un atributo bien conocido de gas: se obtiene
lo que pide. Algunas criaturas descubrieron nuevas nuevas formas de pasar para
caminar. Segun Reil, " Nos dieron algunas criaturas que no andan

del todo, pero tenia
estos muy extranas formas de avanzar : arrastrandose o haciendo saltos mortales . "
Software esta siendo desarrollado que puede extraer automaticamente extractos de un
video de un juego de deportes que muestran los mas importantes plays.[211] Un equipo
en el Trinity College de Dublin esta trabajando en juegos basados en tablas como la
piscina , en la que el software realiza un seguimiento de la ubicacion de cada bola y
esta programado para identificar cuando se ha realizado un disparo significativa . Un
equipo de la Universidad de Florencia, esta trabajando en el futbol . Este software
realiza un seguimiento de la ubicacion de cada jugador y se puede determinar el tipo
de juego que se hizo (como libre de patear o intentar un gol) , cuando se alcanza una
meta, cuando se obtuvo un penal, y otros eventos importantes.
El Grupo de Interes Biologia Digital de la Universidad College de Londres, es el
diseno de los coches de carreras de Formula Uno por la cria de ellos utilizando
GAs.[212]
El invierno es largo AI ya terminado. Ya estamos en la primavera de AI estrecho. La
mayoria de los ejemplos anteriores eran proyectos de investigacion hace diez o
quince anos . Si todos los sistemas de AI en el mundo de repente dejo de funcionar ,
nuestra infraestructura economica se detendria . Su banco dejaria hacer negocio. La
mayoria de transporte quedaria mutilada. La mayoria de las comunicaciones fallarian.
Este no era el caso hace una decada. Por supuesto, nuestros sistemas de inteligencia
artificial no es lo suficientemente inteligente todavia como para organizar una
conspiracion.

(Strong) FuerteAI

Si entiendes algo de una sola manera , entonces usted realmente no entiende en
absoluto. Esto se debe a que , si algo sale mal, te quedas atascado

con un pensamiento
que solo se sienta en su mente sin ningun lugar a donde ir. El secreto de todo lo que
significa para nosotros depende de como nos hemos conectado a todas las otras cosas
que conocemos. Por eso , cuando alguien aprende " de memoria ", decimos que no
entiendo muy bien . Sin embargo , si usted tiene varias representaciones diferentes
entonces, cuando uno de los enfoques no se puede probar con otro . Por supuesto,
hacer demasiadas conexiones indiscriminadas a su vez una mente en pure . Pero las
representaciones bien conectados permiten convertir las ideas en torno a su mente, de
imaginar las cosas desde muchos puntos de vista hasta que encuentre uno que
funcione para usted . Y eso es lo que queremos decir con el pensamiento !
- MARVIN MINSKY213
Avanzando el rendimiento del equipo es como el agua inundando poco a poco el
paisaje. Hace medio siglo que comenzo a ahogar las tierras bajas , expulsando a las
calculadoras humanas y secretarios de registro, pero dejando a la mayoria de nosotros
se secan . Ahora, la inundacion ha llegado a los pies , y nuestros puestos de avanzada
no se contempla la retirada. Nos sentimos seguros en nuestros picos , pero , al ritmo
actual , los que tambien se sumerge dentro de otro medio siglo . Yo propongo que
construyamos Arcas como aquel dia se acerca, y adoptar una vida en el mar ! Por
ahora , sin embargo, debemos confiar en nuestros representantes en las tierras bajas
para decirnos lo que el agua es en realidad.
Nuestros representantes en las estribaciones de ajedrez y el teorema demostrando
informe de senales de inteligencia . .Por que no recibimos informes similares decadas
antes, de las tierras bajas , como las computadoras superaron los seres humanos en la
aritmetica y la memorizacion ? En realidad , lo hicimos, en el

momento . Los equipos
que calcula como miles de matematicos fueron aclamados como "cerebros gigantes"
e inspiraron la primera generacion de la investigacion en IA . Despues de todo, las
maquinas estaban haciendo algo mas alla de cualquier animal, que necesita la
inteligencia humana , la concentracion y anos de entrenamiento. Pero es dificil de
recuperar esa magia ahora .
Una de las razones es que la estupidez demostrado ordenadores en otras areas sesgos
nuestro juicio. Otra se refiere a nuestra propia ineptitud . Hacemos aritmetica o
mantener registros con tanto esfuerzo y externamente que los pequenos pasos
mecanicos en un largo calculo son obvias , mientras que el panorama a menudo se
nos escapa. Como constructores de Deep Blue , vemos el proceso mucho desde el
interior para apreciar la sutileza que puede tener en el exterior . Pero hay una
obviedad en tormentas de nieve y tornados que se desprenden del calculo repetitivo
de las simulaciones climaticas o de ondulacion piel tiranosaurio de los calculos de
animacion de cine. Rara vez llamamos inteligencia, pero " la realidad artificial "
puede ser un concepto mucho mas profundo que la inteligencia artificial.
Los pasos mentales que subyacen buen juego de ajedrez humano y la demostracion
de teoremas son complejas y ocultas , poniendo una interpretacion mecanica fuera de
su alcance . Los que pueden seguir el juego , naturalmente, lo describen en su lugar
en el lenguaje mentalista , utilizando terminos como estrategia , la comprension y la
creatividad. Cuando una maquina se las arregla para ser a la vez significativa y
sorprendente de la misma manera rica , tambien obliga a una interpretacion
mentalista. Por supuesto , en algun lugar detras de las escenas , hay programadores

que , en principio , tiene una interpretacion mecanica. Pero incluso para ellos, que la
interpretacion que pierde su agarre como el programa de trabajo llena su memoria
con detalles demasiado voluminosos para que puedan comprender . Como la crecida alcanza alturas mas pobladas , las maquinas comenzaran a hacer
bien en zonas un numero mayor puede apreciar. La sensacion visceral de una
presencia pensando en maquinaria sera cada vez mas generalizada. Cuando los picos
mas altos estan cubiertos , habra maquinas que pueden interactuar como inteligente
como cualquier ser humano sobre cualquier tema . La presencia de las mentes de las
maquinas sera entonces evidente.
- HANS MORAVEC214
Debido a la naturaleza exponencial de los avances en las tecnologias basadas en la
informacion , el rendimiento general se desplaza rapidamente de patetico
desalentadora. En muy diversos ambitos , como los ejemplos de la seccion anterior
dejan claro , el rendimiento de AI estrecha ya es impresionante . La gama de tareas
inteligentes en el que las maquinas ahora pueden competir con la inteligencia humana
esta en continua expansion . En una caricatura que disene para la era de las maquinas
espirituales , una "raza humana " defensiva se ve escribir signos que establezcan lo
que solo las personas (y no maquinas) pueden do.215 dejado en desorden en el suelo
son las senales de que la raza humana ya ha descartado porque las maquinas ahora
pueden realizar las siguientes funciones: diagnosticar un electrocardiograma,
componer al estilo de Bach, reconocer caras , guiar un misil , el juego de ping-pong,
jugar al ajedrez maestro , elegir acciones , improvisar jazz, demostrar teoremas
importantes , y entender el habla continua. En 1999 estas tareas ya no eran
exclusivamente la provincia de la inteligencia humana ; maquinas

podian hacer a
todos.
(Explicacion de la imagen esta en el texto inmediatamente
despues)
En la pared detras del hombre que simboliza la raza humana son los signos que ha
escrito describiendo a cabo las tareas que aun eran territorio exclusivo de los seres
humanos : tener sentido comun, revisar una pelicula, conferencias de prensa ,
traduccion del habla , limpiar la casa , y los coches de unidad . Si tuvieramos que
volver a disenar esta caricatura en unos pocos anos , algunos de estos sintomas
tambien seria probable que termine en el suelo. Cuando CYC alcanza los cien
millones de items de conocimiento comun , tal vez la superioridad humana en el
ambito del razonamiento de sentido comun no sera tan clara .
La era de los robots domesticos , aunque todavia bastante primitiva hoy , ya ha
comenzado. Dentro de diez anos , lo mas probable es que consideraremos " limpiar la
casa ", como dentro de las capacidades de las maquinas . En cuanto a la conduccion
de automoviles, robots sin intervencion humana han llevado casi todo Estados Unidos
en la via ordinaria con el resto del trafico normal. Aun no estamos listos para entregar
a todos los volantes a las maquinas , pero hay propuestas serias para crear autopistas
electronicas en las que los coches (con la gente en ellos) sera conducir por si
mismos.
Las tres tareas que tienen que ver con la comprension de nivel humano de lenguaje
natural , la revision de una pelicula, la celebracion de una conferencia de prensa, y la
traduccion del habla son los mas dificiles . Una vez que podamos acabar con estos
signos , tendremos maquinas de Turing nivel, y la era de la IA fuerte habremos
empezado .
Esta epoca se venirnos . Mientras haya alguna discrepancia entre

-areas de
desempeno humano y la maquina en la que los humanos superan a las maquinas de
fuertes escepticos AI aprovechen de estas diferencias. Pero nuestra experiencia en
cada area de habilidad y el conocimiento es probable que siga la de Kasparov.
Nuestras percepciones del desempeno cambiaran rapidamente de patetico
desalentador como se alcanza la rodilla de la curva exponencial para cada capacidad
humana.
.Como se lograra la IA fuerte ? La mayor parte del material de este libro esta
destinado a la disposicion de los requisitos fundamentales para el hardware y el
software , y explica por que podemos estar seguros de que estos requisitos se
cumplan en los sistemas no biologicos . La continuacion del crecimiento exponencial
de la relacion precio- rendimiento de computacion para lograr hardware capaz de
emular la inteligencia humana es aun controversial en 1999. Ha habido muchos
avances en el desarrollo de la tecnologia de la informatica en tres dimensiones en los
ultimos cinco anos, que son relativamente pocos los observadores bien informados
ahora dudan de que esto suceda . Incluso acaba de tomar la industria de
semiconductores ha publicado ITRS hoja de ruta , que se extiende hasta 2018 ,
podemos proyectar a nivel de hardware humana a un costo razonable por esa year.216
He dicho caso en el capitulo 4 de por que podemos tener confianza en que vamos a
tener modelos detallados y simulaciones de todas las regiones del cerebro humano a
finales de 2020 . Hasta hace poco, las herramientas para la interconexion en el
cerebro no tienen la resolucion espacial y temporal , ancho de banda , o el precio -
rendimiento para producir datos adecuados para crear modelos suficientemente

detalladas. Esto esta cambiando ahora . La generacion emergente de escaneo y
deteccion de herramientas puede analizar y detectar las neuronas y componentes
neuronales con exquisita precision , mientras se opera en tiempo real .
Herramientas futuras proporcionaran mucha mayor resolucion y capacidad. Por la
decada de 2020 , vamos a ser capaces de enviar escaneo y deteccion de nanobots en
los capilares del cerebro para escanear desde el interior . Hemos demostrado la
capacidad de traducir los datos de diversas fuentes de cerebro de exploracion y
deteccion en los modelos y simulaciones por ordenador que sostienen bien en
comparacion experimental con el desempeno de las versiones biologicas de estas
regiones. Ya tenemos modelos convincentes y simulaciones para varias regiones del
cerebro importantes . Como argumente en el capitulo 4 , es una proyeccion
conservadora de esperar modelos detallados y realistas de todas las regiones del
cerebro a finales de 2020 .
Una simple declaracion de los fuertes escenario AI es eso. vamos a aprender los
principios de funcionamiento de la inteligencia humana de la ingenieria inversa todas
las regiones del cerebro , y vamos a aplicar estos principios a las plataformas de
computacion del cerebro con capacidad que existiran en la decada de 2020. Ya
tenemos un conjunto de herramientas eficaces para la IA estrecho. A traves de la
continua mejora de estos metodos, el desarrollo de nuevos algoritmos, y la tendencia
hacia la combinacion de varios metodos en arquitecturas complejas , AI estrecha
continuaran siendo cada vez menos estrecha. Es decir , las aplicaciones de IA tendran
dominios mas amplios , y su rendimiento se hara mas flexible. Sistemas de IA
desarrollaran multiples formas de abordar cada problema , al igual

que lo hacen los
humanos . Lo mas importante, las nuevas ideas y paradigmas resultantes de la
aceleracion de la ingenieria inversa del cerebro va a enriquecer enormemente este
conjunto de herramientas en forma permanente . Este proceso ya esta en marcha .
A menudo se dice que el cerebro funciona de manera diferente de un ordenador, asi
que no podemos aplicar nuestros conocimientos acerca de la funcion cerebral en los
sistemas no biologicos viables. Este punto de vista ignora por completo el campo de
los sistemas de auto-organizacion , para lo cual contamos con un conjunto de
herramientas matematicas cada vez mas sofisticadas . Como he dicho en el capitulo
anterior , el cerebro es diferente en varios aspectos importantes de los ordenadores
convencionales , contemporaneos. Si usted abre su Palm Pilot y cortar un cable, hay
una buena probabilidad de que se rompa la maquina. Sin embargo, que habitualmente
perdemos muchas neuronas y conexiones interneuronales sin ningun efecto, porque el
cerebro se auto-organiza y se basa en los patrones distribuidos en la que muchos
detalles especificos no son importantes .
Cuando lleguemos a mediados y finales del 2020, tendremos acceso a una generacion
de modelos extremadamente detallados del cerebro region . En definitiva, la guia se
enriquece mucho con estos nuevos modelos y simulaciones , y abarcara un total
conocimiento de como funciona el cerebro. Al aplicar el kit de herramientas para
tareas inteligentes , vamos a recurrir a toda la gama de herramientas, algunas derivan
directamente de la ingenieria inversa del cerebro, algunos simplemente inspirados por
lo que sabemos sobre el cerebro , y algunos no se basa en el cerebro en absoluto, sino
en decadas de inestigacion en IA .
Parte de la estrategia del cerebro es aprender la informacion, en

lugar de haber
conocimiento de codificacion fija desde el principio. ("Instinto " es el termino que
utilizamos para hacer referencia a ese conocimiento innato.) El aprendizaje sera un
aspecto importante de la AI , tambien. En mi experiencia en el desarrollo de sistemas
de reconocimiento de patrones de reconocimiento de caracteres, reconocimiento de
voz, y el analisis financiero , que preve la ensenanza de la IA es la parte mas dificil e
importante de la ingenieria. Con el conocimiento acumulado de la civilizacion
humana cada vez mas accesibles en linea, Als futuras tendran la oportunidad de
realizar sus estudios al acceder a este vasto cuerpo de informacion.
La educacion de los inhibidores de la aromatasa sera mucho mas rapido que el de los
seres humanos sin contraste . El lapso de tiempo de veinte anos necesario para
proporcionar una educacion basica a los humanos biologicos puede ser comprimido
en una cuestion de semanas o menos. Tambien, porque la inteligencia no biologica
puede compartir sus patrones de aprendizaje y el conocimiento , solo uno AI tiene
que dominar cada destreza particular. Como he senalado , es entrenado un conjunto
de equipos de investigacion para entender el habla , pero los cientos de miles de
personas que han adquirido el software de reconocimiento de voz tuvo que cargar
solo los patrones ya formados en sus computadoras .
Una de las muchas habilidades que la inteligencia no biologica alcanzara con la
realizacion del proyecto de ingenieria inversa del cerebro humano es suficiente
dominio del lenguaje humano y el conocimiento compartido para pasar la prueba de
Turing . La prueba de Turing es importante no tanto por su importancia practica , sino
porque va a delimitar un umbral crucial. Como ya he senalado, no hay manera facil
de pasar una prueba de Turing , que no sea para emular

convincentemente la
flexibilidad , la sutileza , y la flexibilidad de la inteligencia humana. Despues de
haber capturado esa capacidad en nuestra tecnologia , que entonces estara sujeto a la
capacidad de la ingenieria para concentrarse , enfocar y amplificarla .
Se han propuesto variaciones de la prueba de Turing . El concurso anual Loebner
premio otorga un premio de bronce al chatterbot (bot conversacional) mas capaces
de convencer a los jueces humanos que es human.[217] Los criterios para ganar el
premio de plata se basa en la prueba original de Turing , y sin embargo , obviamente,
tiene que ser adjudicado. El premio de oro se basa en la comunicacion visual y
auditiva. En otras palabras , el AI debe tener una cara convincente y voz , como
transmite a traves de un terminal , y por lo tanto debe aparecer a la juez humano
como si el o ella esta interactuando con una persona real a traves de un videotelefono.
En vista de ello , el premio de oro suena mas dificil. He argumentado que en realidad
puede ser mas facil, ya que los jueces pueden prestar menos atencion a la parte de
texto de la lengua se comunica y podrian ser distraido por una animacion facial y la
voz convincente. De hecho , ya tenemos la animacion facial en tiempo real, y aunque
no es bastante con estas normas modificadas de Turing , que es bastante estrecha .
Tambien disponemos de sintesis de voz que suena muy natural , que a menudo se
confunde con las grabaciones de la voz humana , aunque se necesita mas trabajo en
prosodias (entonacion) . Somos propensos a lograr la animacion facial satisfactorio y
produccion de la voz antes de lo que el lenguaje Turing - nivel y las capacidades de
conocimiento.
Turing fue cuidadosamente imprecisa en el establecimiento de las reglas para su

prueba , y la literatura significativa se ha dedicado a las sutilezas de establecer los
procedimientos especificos para la determinacion de la forma de evaluar si la prueba
de Turing ha sido passed.218 En 2002 negocie las reglas de Turing - probar apostar
con Mitch Kapor en la Long Now web site.219 la pregunta que subyace a nuestra
apuesta de veinte mil dolares, los ingresos de los cuales van a la caridad de la
eleccion del ganador, fue: ".La prueba de Turing puede pasar por una maquina
2029?" Le dije que si , y Kapor dijo que no. Nos llevo meses de dialogo para llegar a
las reglas complejas para implementar nuestra apuesta. Basta con definir la " maquina
" y "humano ", por ejemplo , no era un asunto sencillo . .El juez humano le permite
tener todos los procesos de pensamiento no biologico en su cerebro ? Por el
contrario , la maquina puede tener aspectos biologicos ?
Debido a que la definicion de la prueba de Turing puede variar de persona a persona,
maquinas de Turing test- capaces no llegan en un solo dia , y habra un periodo en el
que vamos a escuchar los reclamos de que las maquinas han pasado el umbral.
Invariablemente , estos primeros reclamos seran desmentidos por los observadores
bien informados, probablemente yo incluido . En el momento en que existe un amplio
consenso acerca de que se ha pasado la prueba de Turing , el umbral real tiene desde
hace mucho tiempo se ha logrado .
Edward Feigenbaum propone una variacion de la prueba de Turing , que no evalua la
capacidad de un equipo para pasar por humano en casual, el dialogo cotidiano , pero
su capacidad de pasar de un experto cientifico en una field.220 especifica La prueba
Feigenbaum (FT) puede ser mas importante que la prueba de Turing porque las
maquinas FT- capaces, que son tecnicamente competentes , seran capaces de mejorar

sus propios disenos. Feigenbaum describe su prueba de esta manera :
Dos jugadores juegan el juego de FT . Un jugador es elegido de entre los
profesionales de elite en cada uno de los tres campos de pre - seleccionados de las
ciencias naturales , la ingenieria o la medicina. (El numero podria ser mayor , pero
para este reto no mayor de diez) . Supongamos que elegimos los campos de entre los
incluidos en la Academia Nacional de EE.UU. .... Por ejemplo , podriamos elegir la
astrofisica , ciencias de la computacion y la biologia molecular. En cada ronda de
juego, el comportamiento de los dos jugadores (cientifico elite y ordenador) es
juzgado por otro miembro de la Academia en ese dominio particular de discurso , por
ejemplo , un astrofisico juzgar el comportamiento astrofisica.
Por supuesto, la identidad de los jugadores esta oculta para el juez como lo es en la
prueba de Turing . El juez plantea problemas , hace preguntas , pide explicaciones ,
teorias, y asi sucesivamente, como se podria hacer con un colega . .Puede el juez
humano elegir , al mejor nivel del azar , que es su companero de la Academia
Nacional y que es el equipo? Por supuesto Feigenbaum vistas a la posibilidad de que
el equipo puede ya ser un colega de la Academia Nacional , pero que es, obviamente,
asumiendo que las maquinas no todavia han invadido las instituciones que hoy
forman los seres humanos exclusivamente biologicos. Si bien puede parecer que el
FT es mas dificil que la prueba de Turing, toda la historia de AI revela que las
maquinas comenzaron con las competencias de los profesionales y se movian de
forma gradual hacia las habilidades linguisticas de los ninos. Sistemas de AI
temprana demostro su destreza inicialmente en campos profesionales como la
demostracion de teoremas matematicos y diagnostico de las

condiciones medicas.
Estos primeros sistemas no serian capaces de pasar el FT , sin embargo , debido a que
no cuentan con las habilidades del lenguaje y la capacidad flexible para el
conocimiento del modelo desde diferentes perspectivas que se necesitan para
participar en el dialogo profesional inherente al FT .
Esta capacidad de lenguaje es esencialmente la misma capacidad necesaria en la
prueba de Turing . Razonamiento en muchos campos de la tecnica no es
necesariamente mas dificil que el razonamiento de sentido comun que participan en
la mayoria de los humanos adultos . Yo esperaria que las maquinas pasaran el FT, al
menos en algunas disciplinas , en la misma epoca , ya que pasan la prueba de Turing .
Pasando el FT en todas las disciplinas es probable que tome mas tiempo, sin
embargo. Por eso veo la decada de 2030 como un periodo de consolidacion, como la
inteligencia artificial se expande rapidamente sus habilidades e incorpora las grandes
bases de conocimiento de nuestro biologica humana y la civilizacion de la maquina.
Por la decada de 2040 tendremos la oportunidad de aplicar los conocimientos
acumulados y las habilidades de nuestra civilizacion a las plataformas
computacionales que son miles de millones de veces mas capacidad que la
inteligencia humana biologica sin ayuda.
El advenimiento de la IA fuerte es la transformacion mas importante de este siglo
vera . En efecto , es comparable en importancia a la llegada de la biologia misma .
Esto significa que una creacion de la biologia finalmente ha dominado su propia
inteligencia y descubrio los medios para superar sus limitaciones. Una vez que los
principios de funcionamiento de la inteligencia humana se entienden , ampliando sus
capacidades se llevara a cabo por los cientificos humanos e

ingenieros cuya propia
inteligencia biologica habran sido amplificado enormemente a traves de una fusion
intima con la inteligencia no biologica . Con el tiempo , la parte no biologica
predominara .
Hemos hablado de los aspectos del impacto de esta transformacion a lo largo de este
libro, que me centro en el proximo capitulo. La inteligencia es la capacidad de
resolver problemas con recursos limitados , incluyendo las limitaciones de tiempo .
La singularidad se caracteriza por el rapido ciclo de la inteligencia humana cada vez
mas - no biologico capaz de comprender y aprovechar sus propios poderes.
AMIGO DE BACERIUM futurista, 2 MILLONES aC Asi que dime otra vez sobre
estas ideas que tenga sobre el futuro.
BACTERIA futurista, 2 MILLONES BC: Bueno, veo que las bacterias que se reunen
en sociedades , con todo el grupo de celulas que actuan basicamente como un
organismo complejo grande con capacidad mucho mayor.
AMIGO DE BACTERIA FUTURISTA : .Que te hace pensar eso ?
BACTERIA FUTURISTA : Bueno ya , algunos de nuestros companeros Daptobacters
han ido dentro de otras bacterias mas grandes para formar un pequeno duo.221 Es
inevitable que nuestros companeros de las celulas se uniran de forma que cada celula
puede especializar su funcion. Como esta ahora , cada uno de nosotros tenemos que
hacer todo por nosotros mismos : encontrar comida , digerir , excretar subproductos .
AMIGO DE BACTERIA FUTURISTA : .Y despues que ?
BACTERIA FUTURISTA : Todas estas celulas se desarrollan formas de comunicarse
con los otros que van mas alla del simple intercambio de gradientes quimicos que tu y
yo podemos hacer.
AMIGO DE BACTERIA FUTURISTA : Bien, ahora dime una vez mas la parte de
ese futuro superassembly de diez trillones de celulas.

FUTURISTA BACTERIA : Si , bueno , de acuerdo con mis modelos , en unos dos
mil millones anos, una gran sociedad de los diez billones de celulas se componen de
un solo organismo , e incluyen decenas de miles de millones de celulas especiales que
pueden comunicarse entre si en patrones muy complicados .
AMIGO DE BACTERIA FUTURISTA : .Que tipo de patrones?
FUTURISTA BACTERIA : Bueno, " musica", por una cosa. Estos grandes grupos de
celulas crearan patrones musicales y las comunicara a todas las otras bandas de
celulas.
AMIGO DE BACTERIA FUTURISTA : Music ? BACTERIA FUTURISTA : Si , los
patrones de sonido. AMIGO DE BACTERIA FUTURISTA : Sound ?
FUTURISTA BACTERIA : Bueno, miralo de esta manera. Estas sociedades
supercelulas seran bastante complicadas de entender su propia organizacion. Ellos
seran capaces de mejorar su propio diseno, cada vez mejor y mejor, mas rapido y mas
rapido. Ellos remodelar el resto del mundo a su imagen .
AMIGO DE FUTURISTA BACTERIA : Ahora , espera un segundo . Parece que
vamos a perder nuestra bacteriumity basica.
BACTERIA FUTURISTA : Oh , pero no habra ninguna perdida.
AMIGO DE BACTERIA FUTURISTA : Se que sigues diciendo eso, pero ...
FUTURISTA BACTERIA : Va a ser un gran paso adelante. Es nuestro destino como
bacterias. Y , de todos modos , todavia habra bacterias poco como nosotros flotando
alrededor.
AMIGO DE BACTERIA FUTURISTA : De acuerdo, pero .que pasa con el lado
negativo ? Quiero decir , .cuanto dano pueden hacer nuestros companeros
Daptobacter y bacterias Bdellovibrio ? Pero estas asociaciones celulares futuras con
su vasto alcance pueden destruirlo todo.
BACTERIA FUTURISTA : No es seguro , pero creo que lo lograremos . AMIGO DE
BACTERIA FUTURISTA : Siempre fuiste un optimista .

FUTURISTA BACTERIA : Mira, no vamos a tener que preocuparse de la baja por un
par de miles de millones de anos .
AMIGO DE BACTERIA FUTURISTA : Bien, entonces , vamos a almorzar.
Mientras tanto, dos MIL AÑOS DESPUÉS. . .
NED LUDD : Estas inteligencias futuro sera peor que las maquinas textiles que
defendio en 1812. En aquel entonces teniamos que preocuparse por un solo hombre
con una maquina de hacer el trabajo de doce anos. Pero estamos hablando de una
maquina de marmol de tamano superando a toda la humanidad.
RAY : Solo superan a la parte biologica de la humanidad . En cualquier caso, que el
marmol es todavia humana , incluso si no biologica .
NED : Estos superinteligencias no quiere comer alimentos. No van a respirar aire .
Ellos no se reproducen a traves del sexo .... Entonces, .como son humanos ?
RAY : Vamos a combinar con nuestra tecnologia . Ya estamos empezando a hacerlo
en 2004 , aunque la mayoria de las maquinas no se encuentran dentro de nuestros
cuerpos y cerebros . Nuestras maquinas , sin embargo, ampliar el alcance de nuestra
inteligencia . Extender nuestro alcance siempre ha sido la naturaleza del ser humano.
NED : Mira, dicen que estas entidades no biologicas superinteligentes son humanos ,
es como decir que somos basicamente bacterias. Despues de todo, estamos
evolucionado de ellos tambien .
RAY : Es cierto que el ser humano contemporaneo es un conjunto de celulas , y que
somos producto de la evolucion , de hecho, su vanguardia . Pero extender nuestra
inteligencia mediante ingenieria inversa que , modelando , simulacion que ,
reinstantiating en sustratos mas capaces , y modifica y amplia que es el siguiente paso
en su evolucion. Era el destino de las bacterias a convertirse en una especie de
tecnologia que crean . Y es nuestro destino ahora a convertirse en

la gran inteligencia
de la Singularidad .

CAPÍTULO SEIS

El impacto . . .

El futuro entra en nosotros con el fin de transformarse en nosotros mucho antes de
que suceda. - Rainer Maria Rilke

Uno de los mayores defectos en la concepcion comun del futuro es que el futuro es
algo que nos sucede , no es algo que creamos. - MICHAEL Anissimov

" Jugando con la muerte " es en realidad la mas alta expresion de la naturaleza
humana . Los impulsos de mejorarnos a nosotros mismos , para dominar nuestro
entorno , y establecer nuestros hijos en el mejor camino posible, han sido las fuerzas
motrices fundamentales de toda la historia humana . Sin estos impulsos a " jugar a ser
Dios ", el mundo tal como lo conocemos no existiria hoy. Unos pocos millones de
seres humanos podrian vivir en sabanas y bosques , eeking una existencia de
cazadores-recolectores , sin escritura o la historia o las matematicas o la apreciacion
de las complejidades de su propio universo y sus propios mecanismos internos . -
Ramez NAAM

Panoplia de Impactos .

.Cual sera la naturaleza de la experiencia humana una vez que la inteligencia no
biologica predomina ? .Cuales son las consecuencias para la civilizacion humana -
maquina cuando la IA fuerte y la nanotecnologia puede crear cualquier producto,
cualquier situacion, cualquier circunstancia que pueda imaginar a su antojo ? Hago
hincapie en el papel de la imaginacion aqui porque todavia se veran limitados en
nuestras creaciones a lo que podemos imaginar. Pero nuestras herramientas para
llevar la imaginacion a la vida estan creciendo exponencialmente mas poderosa .

Al acercarse la Singularidad tendremos que reconsiderar nuestras ideas acerca de la

naturaleza de la vida humana y redisenar nuestras instituciones humanas. Vamos a
explorar algunas de estas ideas y las instituciones en este capitulo.
Por ejemplo , las revoluciones entrelazadas de G, N, R y transformaran nuestras
fragiles version 1.0 los cuerpos humanos en su mas durable y capaz version 2.0
contrapartes . Miles de millones de nanobots viajaran a traves de la circulacion
sanguinea en el cuerpo y el cerebro . En nuestro cuerpo , van a destruir los agentes
patogenos , los errores de ADN correctos, eliminar toxinas , y realizar muchas otras
tareas para mejorar nuestro bienestar fisico . Como resultado de ello , vamos a ser
capaces de vivir indefinidamente sin envejecimiento.
En el cerebro , los nanobots distribuidos masivamente interactuaran con nuestras
neuronas biologicas. Esto proporcionara la realidad virtual de inmersion completa la
incorporacion de todos los sentidos , asi como correlatos neurologicos de nuestras
emociones , desde dentro del sistema nervioso . Mas importante aun , esta conexion
intima entre el pensamiento biologico y la inteligencia no biologica que estamos
creando sera profundamente ampliar la inteligencia humana.
La guerra se movera hacia las armas nanobot basados , asi como armas ciberneticas .
El aprendizaje se mueve en linea primero , pero una vez que nuestros cerebros estan
conectados podremos descargar nuevos conocimientos y habilidades . El papel del
trabajo sera la creacion de conocimiento de todo tipo , desde la musica y el arte de las
matematicas y la ciencia. El papel del juego sera , asi , crear conocimiento, por lo que
no sera una clara distincion entre el trabajo y el juego.
Inteligencia sobre y alrededor de la Tierra seguira aumentando exponencialmente
hasta llegar a los limites de la materia y la energia para apoyar la computacion
inteligente. A medida que nos acercamos a este limite en nuestro rincon de la galaxia ,

la inteligencia de nuestra civilizacion se expande hacia afuera, hacia el resto del
universo, llegando rapidamente a la mayor velocidad posible. Somos conscientes de
que la velocidad sea la velocidad de la luz, pero hay sugerencias para que podamos
ser capaces de evitar este limite aparente (posiblemente tomando atajos a traves de
los agujeros de gusano, por ejemplo).
. . . en el cuerpo humano
Asi que muchas personas diferentes que sean. DONOVANI1
Bebe Cosmetica , enchufe en mi Y nunca, nunca encontrar otro . Y me doy cuenta
sabio nadie a mi fantastica amante de plastico.
AVION - JEFFERSON, " AMANTE FANTASTICO PLASTICO "
Nuestras maquinas seran mucho mas parecidos a nosotros , y vamos a ser mucho mas
que nuestras maquinas. - RODNEY BROOKS
Una vez fuera de la naturaleza que nunca entendere Mi forma de ninguna cosa
natural, sino una forma como Herreros griegos hacen De oro repujado y esmalte
dorado. - William Butler Yeats , "Navegando hacia Bizancio "
Una mejora radical de los sistemas fisicos y mentales de nuestro cuerpo ya esta en
marcha , con la biotecnologia y las nuevas tecnologias de ingenieria genetica . Mas
alla de las proximas dos decadas vamos a utilizar metodos de nanoingenieria como
nanobots para aumentar y finalmente reemplazar nuestros organos .

Una nueva forma de comer .

Sexo en gran medida ha sido separada de su funcion biologica . En su mayor parte ,
se dedican a la actividad sexual para la comunicacion intima y el placer sensual, no la
reproduccion. Por el contrario , hemos ideado varios metodos para crear bebes sin
sexo fisico , aunque la mayoria de la reproduccion no sigue derivan del acto sexual .
Este desenredo del sexo de su funcion biologica no esta tolerada por todos los
sectores de la sociedad , pero ha sido facil , incluso con entusiasmo , adoptado por la

corriente principal en el mundo desarrollado.
Entonces, .por que no ofrecer el mismo proposito de rescate de la biologia para otra
actividad que tambien proporciona la intimidad social y sensual placer , es decir ,
comer ? El proposito biologico original del consumo de alimentos era proporcionar el
torrente sanguineo con nutrientes , que luego fueron entregados a cada uno de
nuestros billones de celulas. Estos nutrientes incluyen sustancias caloricas (energia de
soporte), tales como glucosa (principalmente de hidratos de carbono) , proteinas ,
grasas, y un gran numero de moleculas de traza, tales como vitaminas , minerales, y
fitoquimicos que proporcionan bloques de construccion y enzimas para diversos
procesos metabolicos .
Como cualquier otro sistema biologico humano importante , la digestion es
asombroso en su complejidad , que permite a nuestros cuerpos para extraer el
complejo recursos necesarios para sobrevivir , a pesar bruscamente condiciones
variables , mientras que al mismo tiempo de filtrado a cabo una multiplicidad de
toxinas . Nuestro conocimiento de la compleja vias digestion subyacente se esta
expandiendo rapidamente , aunque todavia hay mucho que no entendemos
completamente .
Pero si sabemos que nuestros procesos digestivos, en particular, estan optimizados
para un periodo de nuestro desarrollo evolutivo que es radicalmente diferente a
aquella en la que nos encontramos ahora . Para la mayor parte de nuestra historia, nos
enfrentamos a una alta probabilidad de que la proxima temporada de alimentacion o
la caza (y por un breve periodo , relativamente reciente , la proxima temporada de
siembra) podria ser catastrofica escasez. No tiene mucho sentido , por lo tanto , para
que nuestros cuerpos se aferran a cada posible de calorias que

consumimos . Hoy en
dia que la estrategia biologica es contraproducente y se ha convertido en la
programacion metabolica obsoleta que subyace en nuestra epidemicas contemporanea
de la obesidad y de los combustibles procesos patologicos de la enfermedad
degenerativa , como la enfermedad de la arteria coronaria y la diabetes de tipo II .
Tenga en cuenta las razones que los disenos de nuestros otros sistemas corporales
digestivo y estan lejos de ser optimo para las condiciones actuales . Hasta hace poco (
en una escala de tiempo evolutivo) no estaba en el interes de las especies para las
personas mayores como yo (naci en 1948) para utilizar los recursos limitados del
clan. La evolucion favorecio una esperanza de vida corta vida tenia treinta y siete
anos, como recientemente como hace dos siglos - para permitir que las reservas
restringidas que se dedican a los jovenes, las personas que cuidan de ellos, y aquellos
lo suficientemente fuerte como para llevar a cabo un intenso trabajo fisico. Como se
discutio anteriormente , la llamada hipotesis de la abuela (lo que sugiere que un
pequeno numero de " inteligentes " miembros mayores de la tribu eran beneficiosos
para la especie humana) no cuestiona apreciablemente la observacion de que no habia
una fuerte presion selectiva para los genes que significativamente la longevidad
humana extendida .
Ahora vivimos en una epoca de gran abundancia material , por lo menos en los paises
tecnologicamente avanzados. La mayoria del trabajo requiere esfuerzo mental mas
que el esfuerzo fisico . Hace un siglo el 30 por ciento de la fuerza laboral de EE.UU.
se empleo en las explotaciones, con otro 30 por ciento en las fabricas. Ambas de estas
cifras estan ahora bajo 3 %. Muchas de las categorias laborales de hoy en dia, que

van desde el control de vuelo de disenador Web , simplemente no existian hace un
siglo. Circa 2004 tenemos la oportunidad de seguir contribuyendo a que nuestra
civilizacion esta creciendo exponencialmente la base de conocimiento -que es , por
cierto, un atributo unico de nuestra especie - y nuestros ultimos dias de crianza .
(Como un baby boomer mi mismo, que es sin duda mi punto de vista.)
Nuestra especie ha aumentado nuestra esperanza de vida natural a traves de nuestra
tecnologia : las drogas , suplementos , piezas de recambio para practicamente todos
los sistemas corporales , y muchas otras intervenciones . Tenemos equipos para
reemplazar las caderas , las rodillas , los hombros , los codos , las munecas , las
mandibulas , dientes , piel , arterias , venas , valvulas del corazon , los brazos , las
piernas , pies , dedos de manos y pies , y los sistemas para reemplazar organos mas
complejos (por ejemplo, , nuestros corazones) estan empezando a introducir. A
medida que aprendemos los principios de funcionamiento del cuerpo humano y el
cerebro, pronto estaremos en condiciones de disenar sistemas muy superiores que
duraran mas y actuen mejor , sin que la susceptibilidad a la degradacion , la
enfermedad y el envejecimiento.
Un ejemplo de un diseno conceptual de un sistema , llamado Primo Posthuman , fue
creado por el artista y culturales catalizador Natasha Vita- excede.3 Su diseno esta
pensado para optimizar la movilidad , la flexibilidad y superlongevidad . Preve
caracteristicas tales como un metabrain para la conexion global-net con una protesis
neocortex de AI entretejido con nanobots , piel inteligente solar protegida que cuenta
con biosensores para el tono y la textura de variabilidad y alta agudeza de los sentidos
Aunque la version 2.0 del cuerpo humano es un gran proyecto en

marcha que en
ultima instancia resultar en la mejora radical de todos nuestros sistemas fisicos y
mentales , implementaremos un paso pequeno y benigno a la vez. Con base en
nuestros conocimientos actuales , podemos describir los medios para llevar a cabo
cada aspecto de esta vision.

Rediseñar el sistema digestivo .

Desde esta perspectiva , vamos a volver a considerar el sistema digestivo. Ya tenemos
una imagen completa de los componentes de los alimentos que comemos . Sabemos
que para que las personas que no pueden comer para sobrevivir, con nutricion
intravenosa . Sin embargo , esto no es claramente una alternativa deseable , ya que
nuestras tecnologias para conseguir sustancias dentro y fuera del torrente sanguineo
son actualmente muy limitadas .
La siguiente fase de mejora en este ambito sera en gran parte bioquimica , en forma
de medicamentos y suplementos que eviten el exceso de absorcion calorica y de otra
manera reprogramar las rutas metabolicas para la salud optima. La investigacion
realizada por el Dr. Ronald Kahn en el Centro de Diabetes Joslin ya ha identificado la
" grasa receptor " (FIR) gen de la insulina , que controla la acumulacion de grasa por
las celulas de grasa. Mediante el bloqueo de la expresion de este gen en las celulas de
grasa de los ratones , la investigacion pionera del Dr. Kahn ha demostrado que los
animales fueron capaces de comer sin restriccion todavia permanecer delgado y
saludable . Aunque comian mucho mas que los ratones de control , los ratones "
knockout FIR " realidad vivida el 18 por ciento mas tiempo y tenian tasas
sustancialmente mas bajas de enfermedad cardiaca y diabetes. no es de extranar que
las companias farmaceuticas estan trabajando para aplicar estos conclusiones a la FIR

gen humano .
En una fase intermedia nanobots en el tracto digestivo y el torrente sanguineo de
manera inteligente que va a extraer los nutrientes precisos que necesitamos ordenar
nutrientes y suplementos a traves de nuestra red de area local inalambrica personal, y
enviar el resto de la materia a ser eliminado.
Si esto parece futurista, tenga en cuenta que las maquinas inteligentes ya estan
haciendo su camino en nuestro torrente sanguineo . Hay docenas de proyectos en
curso para crear BioMEMS torrente sanguineo a base de una amplia gama de
applications.[4] de diagnostico y terapeuticos Como se ha mencionado , hay varias
conferencias importantes dedicadas a estos dispositivos projects.[5] BioMEMS estan
siendo disenados para explorar inteligentemente los patogenos y entregar
medicamentos en formas muy precisas .
Dispositivos , por ejemplo, nanoingenieria de transmision sanguinea que
proporcionan las hormonas , como la insulina ha sido demostrada en animales.[6]
Sistemas similares podrian ofrecer precisamente la dopamina en el cerebro de los
pacientes de Parkinson , proporcionar factores de coagulacion de la sangre en los
pacientes con hemofilia, y entregar medicamentos contra el cancer directamente a los
sitios del tumor . Un nuevo diseno proporciona hasta veinte depositos de sustancias
que contienen que pueden liberar su carga en momentos y lugares programados en el
cuerpo.[7]
Kensall Wise , profesor de ingenieria electrica en la Universidad de Michigan, ha
desarrollado una pequena sonda neural que puede proporcionar control preciso de la
actividad electrica neuronal de los pacientes con diseases.[8]
Tambien se espera que los futuros disenos para suministrar farmacos a lugares
precisos en el cerebro . Kazushi Ishiyama en la Universidad de

Tohoku en Japon ha
desarrollado micromaquinas que utilizan tornillos giratorios microscopicas para
entregar las drogas a pequena cancer tumors.[9]
A micromaquina particularmente innovador desarrollado por Sandia National
Laboratories tiene microdentado con una mandibula que se abre y se cierra para
atrapar las celulas individuales y luego implantarlos con sustancias como el ADN ,
proteinas o drugs.10 Muchos enfoques se estan desarrollando para maquinas micro y
nanoescala para entrar en el cuerpo y la circulacion sanguinea.
Al final vamos a ser capaces de determinar los nutrientes precisos (incluyendo todos
los cientos de fitoquimicos) necesarias para la optima salud de cada individuo. Estos
seran libremente y economica disponible, por lo que no hay que preocuparse por la
extraccion de nutrientes de los alimentos en todo.
Los nutrientes se introducen directamente en el torrente sanguineo por nanobots
metabolicas especiales, mientras que los sensores en el torrente sanguineo y el cuerpo
utilizando la comunicacion inalambrica, proporcionan informacion dinamica de los
nutrientes necesarios en cada momento. Esta tecnologia debe ser razonablemente
madura a finales de la decada de 2020 .
Una cuestion clave en el diseno de estos sistemas sera , .Como se pueden introducir
en nanobots y los saca del cuerpo ? Las tecnologias que tenemos hoy en dia , tales
como cateteres intravenosos , dejan mucho que desear . A diferencia de los
medicamentos y suplementos nutricionales , sin embargo , nanobots tienen una
medida de inteligencia y pueden realizar un seguimiento de sus propios inventarios y
de forma inteligente deslizarse dentro y fuera de nuestros cuerpos de manera
inteligente . Un escenario es que ibamos a usar un dispositivo especial de nutrientes
en un cinturon o camiseta , que se carga con nanobots nutrientes

que soportan que
podrian entrar en el cuerpo a traves de la piel u otras cavidades del cuerpo .
En esa etapa de desarrollo tecnologico , vamos a ser capaces de comer lo que
queremos, lo que nos da placer y satisfaccion gastronomica , la exploracion de las
artes culinarias de los sabores, texturas y aromas mientras que teniendo un flujo
optimo de nutrientes a nuestro torrente sanguineo. Una posibilidad para lograr esto
seria tener todos los alimentos que ingerimos pasan a traves del tracto digestivo
modificado que no permite la absorcion en el torrente sanguineo. Pero esto seria
colocar una carga en nuestro colon y funciones del intestino , por lo que un enfoque
mas refinado seria la de prescindir de la funcion convencional de eliminacion .
Podriamos lograrlo utilizando nanobots eliminacion especiales que actuan como
compactadores de basura pequenos . A medida que los nanobots nutrientes hacen su
camino en nuestros cuerpos , los nanobots eliminacion van por otro camino. Tal
innovacion tambien nos permitira crecer la necesidad de que los organos que filtran la
sangre para las impurezas , tales como los rinones.
En ultima instancia, no habra necesidad de molestarse con prendas especiales o
recursos nutricionales explicitas. Al igual que el calculo sera omnipresente , los
recursos basicos metabolicos nanobots que necesitamos se integraran a lo largo de
nuestro medio ambiente. Pero tambien sera importante mantener amplias reservas de
todos los recursos necesarios en el interior del cuerpo. Nuestros version 1.0 cuerpos
hacen solo de manera muy limitada - por ejemplo, para guardar unos minutos a la
pena de oxigeno en la sangre y unos dias de valor de la energia calorica en glucogeno
y otras reservas . Version 2.0 proporcionara sustancialmente mayores reservas , lo que

nos permite estar separados de los recursos metabolicos durante periodos muy
prolongados de tiempo.
Por supuesto , la mayoria de nosotros no va a acabar con nuestro proceso digestivo
anticuada cuando se introducen por primera vez estas tecnologias. Despues de todo ,
la gente no tirar sus maquinas de escribir , cuando se introdujo la primera generacion
de procesadores de texto. Sin embargo , estas nuevas tecnologias a su debido tiempo
dominar. Pocas personas hoy en dia todavia utilizan una maquina de escribir , un
caballo y una calesa , una estufa de lena, u otras tecnologias desplazadas (que no sea
como experiencias deliberados en la antiguedad) . El mismo fenomeno ocurrira con
nuestros cuerpos redisenados . Una vez que hemos trabajado las inevitables
complicaciones que surgiran con un sistema gastrointestinal redisenado radicalmente,
vamos a empezar a confiar en el cada vez mas. Un sistema digestivo nanobot basado
puede introducirse gradualmente , primero aumentando nuestro tracto digestivo,
reemplazando solo despues de muchas iteraciones .

Sangre programable .

Un sistema generalizado que ya ha sido objeto de un rediseno conceptual integral
basado en la ingenieria inversa es nuestra sangre . Mencione anteriormente disenos
basados en la nanotecnologia de Rob Freitas para reemplazar nuestros globulos
rojos , plaquetas y globulos blancos cells.11 Como la mayoria de nuestros sistemas
biologicos de las celulas rojas de la sangre llevan a cabo su funcion de oxigenacion
muy ineficiente , por lo que Freitas les ha redisenado para un rendimiento optimo .
Porque sus respirocitos (globulos rojos roboticos) permitirian uno para ir horas sin
oxigeno , 12 que sera interesante ver como este desarrollo se trata en competencias
atleticas . Es de suponer que el uso de respirocitos y sistemas

similares se prohibira
en eventos como los Juegos Olimpicos, pero luego se enfrentan a la perspectiva de
los adolescentes (cuya corriente sanguinea probablemente contener sangre respirocito
enriquecido) superando sistematicamente los atletas olimpicos. Aunque los
prototipos siguen siendo una y cincuenta y nueve decadas en el futuro , los requisitos
fisicos y quimicos se han elaborado de forma sumamente detallada . Los analisis
muestran que los disenos de Freitas serian cientos o miles de veces mas capaces de
almacenar y transportar el oxigeno de la sangre biologica .
Freitas tambien preve micras de tamano plaquetas artificiales que podrian alcanzar la
homeostasis (control del sangrado) hasta mil veces mas rapido que las plaquetas
biologicos hacen , [13] asi como " microbivores " nanorobotico (blancos reemplazos de
las celulas sanguineas) que descargar el software para destruir las infecciones
especificas cientos de veces mas rapido que los antibioticos y seran efectivos contra
todas las infecciones bacterianas , virales y fungicas , asi como el cancer , sin
limitaciones de drogas resistance.[14]

Tenga un corazón , o no .

El organo siguiente en nuestra lista para mejora es el corazon , el cual , mientras que
una maquina compleja e impresionante , tiene una serie de problemas graves . Esta
sujeto a una gran variedad de modos de fallo y representa un punto debil fundamental
en nuestro potencial longevidad . El corazon generalmente se degrada mucho antes de
que el resto del cuerpo , a menudo muy prematuramente .
Aunque los corazones artificiales han comenzado a ser sustitutos factibles , un
enfoque mas eficaz sera para deshacerse del corazon por completo. Entre los disenos
de Freitas son globulos nanorobotico que proporcionan su propia movilidad . Si la
sangre se mueve autonoma , las cuestiones de ingenieria de las

presiones extremas
necesarias para centralizada de bombeo pueden ser eliminados . Como nosotros, los
caminos perfectos para transferir nanobots desde y hacia el suministro de sangre, que
con el tiempo sera capaz de reemplazar continuamente ellos. Freitas ha publicado
tambien un diseno para un complejo de quinientos billones de nanorobot sistema ,
llamado " vasculoid ", que sustituye a todo el torrente sanguineo humano con la
entrega nonfluid basada en nutrientes esenciales y cells.[15]
Energia para el cuerpo tambien sera proporcionada por pilas de combustible
microscopicas , utilizando hidrogeno o propio combustible del cuerpo, ATP. Como
describi en el capitulo anterior , se han logrado avances sustanciales recientemente
tanto a escala MEMS y pilas de combustible a escala nanometrica , incluyendo
algunos que utilizan propia glucosa del cuerpo y la energia ATP sources.16
Con los respirocitos proporcionan muy mejorado la oxigenacion , seremos capaces de
eliminar los pulmones utilizando nanobots para proporcionar oxigeno y eliminar el
dioxido de carbono. Al igual que otros sistemas, vamos a pasar por etapas intermedias
en estas tecnologias simplemente aumentar nuestros procesos naturales , por lo que
podemos tener lo mejor de ambos mundos. Eventualmente, sin embargo , no habra
ninguna razon para continuar con las complicaciones de la respiracion actual y la
necesidad penosa de aire respirable donde quiera que vayamos . Si nos encontramos
con la respiracion misma placentera , podemos desarrollar formas virtuales de tener
esta experiencia sensual.
Con el tiempo tambien no necesitaremos los diversos organos que producen
sustancias quimicas , hormonas y enzimas que desembocan en la sangre y otras vias
metabolicas . Ahora podemos sintetizar versiones bio - identicas de

muchas de estas
sustancias , y en una o dos decadas seremos capaces de crear de forma rutinaria la
gran mayoria de las sustancias pertinentes bioquimicamente . Ya estamos creando
organos de hormonas artificiales. Por ejemplo , el Laboratorio Nacional Lawrence
Livermore y con sede en California Medtronic MiniMed estan desarrollando un
pancreas artificial que se implanta debajo de la piel . Se hara un seguimiento de los
niveles de glucosa en la sangre y liberar cantidades precisas de insulina, utilizando un
programa de computadora para funcionar igual que nuestro islotes pancreaticos
biologica cells.[17]
En la version 2.0 del cuerpo humano hormonas y sustancias relacionadas (en la
medida en que todavia los necesitamos) se entregaran a traves de nanobots ,
controlado por sistemas inteligentes de biofeedback para mantener y equilibrar los
niveles requeridos. Como nos vamos a eliminar la mayor parte de nuestros organos
biologicos , muchas de estas sustancias pueden ser necesarios mas y seran
reemplazados por otros recursos requeridos por los sistemas nanorobotico .

Entonces, ¿qué nos queda?

Veamos donde estamos, hacia principios de la decada de 2030 . Hemos eliminado el
corazon , los pulmones , los globulos rojos y blancos , plaquetas , pancreas , tiroides y
todos los organos productoras de hormonas , los rinones , la vejiga , el higado , parte
inferior del esofago , estomago , intestino delgado , intestino grueso , y el intestino .
Lo que nos queda en este momento es el esqueleto , la piel, los organos sexuales ,
organos de los sentidos , la boca y la parte superior del esofago , y el cerebro.
El esqueleto es una estructura estable , y ya tenemos una comprension razonable de
como funciona. Ahora podemos reemplazar partes de ella (por

ejemplo , las caderas
y las articulaciones artificiales) , si bien el procedimiento requiere cirugia dolorosa ,
y nuestra tecnologia actual para hacerlo tiene serias limitaciones . Nanobots
Interconectados algun dia proporcionar la capacidad de aumentar y en ultima
instancia, sustituir el esqueleto a traves de un proceso gradual y no invasivo. La
version 2.0 esqueleto humano va a ser muy fuerte, estable y auto-reparacion .
No vamos a notar la ausencia de muchos de nuestros organos, como el higado y el
pancreas , ya que no experimentamos directamente su funcionamiento. Pero la piel, lo
que incluye a nuestros organos sexuales primarios y secundarios, puede llegar a ser
un organo que en realidad se quiere mantener , o al menos puede que desee mantener
sus funciones vitales de la comunicacion y el placer. Sin embargo, en ultima
instancia, ser capaz de mejorar en la piel con el nuevo nanoingenieria materiales
flexibles que proporcionan una mayor proteccion contra los efectos del entorno fisico
y termico al tiempo que mejora nuestra capacidad para la comunicacion intima . La
misma observacion es valida para la boca y la parte superior del esofago, que
constituyen los aspectos restantes del sistema digestivo que usamos para
experimentar el acto de comer .

Rediseñar el cerebro humano .

Como hemos comentado anteriormente , el proceso de ingenieria inversa y el
rediseno tambien tendra en cuenta el sistema mas importante de nuestro cuerpo : el
cerebro. Ya tenemos los implantes basados en modelos " neuromorfica " (ingenieria
inversa del sistema nervioso y del cerebro humano y) para una lista cada vez mayor
de cerebro regions.[18] Los investigadores del MIT y de Harvard estan desarrollando
implantes neuronales para reemplazar danadas retinas.[19] implantes

estan disponibles
para los pacientes de Parkinson que se comunican directamente con el nucleo ventral
posterior y regiones nucleo subtalamico del cerebro para revertir los sintomas mas
devastadores de esta disease.[20] Un implante para las personas con paralisis cerebral y
la esclerosis multiple se comunica con el talamo ventral lateral y ha sido eficaz en el
control de tremors.[21] " En lugar de tratar el cerebro como la sopa , anadiendo
sustancias quimicas que mejoran o suprimen ciertos neurotransmisores ", dice Rick
Trosch , un medico estadounidense que ayuda a promover estas terapias, " Ahora
estamos tratandolo como un circuito " .
Tambien se esta desarrollando una variedad de tecnicas para proporcionar el puente
de comunicacion entre el mundo analogico humedo de procesamiento de la
informacion biologica y la electronica digital . Los investigadores en el Instituto Max
Planck de Alemania han desarrollado dispositivos no invasivos que pueden
comunicarse con las neuronas de tanto directions.[22] Ellos demostraron su " neurona
transistor " mediante el control de los movimientos de una sanguijuela vivo desde un
ordenador personal. Una tecnologia similar se ha utilizado para conectar las neuronas
de sanguijuela y persuadirlos para realizar problemas logicos y aritmeticos simples.
Los cientificos tambien estan experimentando con " puntos cuanticos , " chips
pequenos que comprenden cristales de fotoconductora (reactivos a la luz) de material
semiconductor que puede ser recubierta con peptidos que se unen a lugares
especificos en las superficies celulares de las neuronas . Estos podrian permitir a los
investigadores utilizan longitudes de onda de luz precisos para activar remotamente
las neuronas especificas (para la administracion de farmacos , por ejemplo) , en

sustitucion de invasiva electrodes.[23] externa
Esta evolucion tambien ofrecen la promesa de volver a conectar las vias nerviosas
rotas para las personas con dano en los nervios y lesiones de la medula espinal.
Durante mucho tiempo se ha pensado que volver a crear estas vias seria factible solo
para los pacientes recientemente heridos , porque los nervios se deterioran
gradualmente cuando no se utilice . Un descubrimiento reciente , sin embargo,
demuestra la viabilidad de un sistema de neuroprotesis para los pacientes con lesiones
de la medula espinal de larga data. Investigadores de la Universidad de Utah pidieron
a un grupo de pacientes tetraplejicos a largo plazo para mover sus extremidades en
una variedad de maneras y luego observaron la respuesta de sus cerebros , utilizando
imagenes de resonancia magnetica (MRI) . Aunque los caminos de los nervios a sus
miembros habian estado inactivo durante muchos anos , los patrones de la actividad
cerebral cuando se trata de mover sus miembros estaba muy cerca de los observados
en personas sin discapacidad persons.[24]
Tambien vamos a ser capaces de colocar sensores en el cerebro de una persona
paralizada que se puede programar para reconocer los patrones del cerebro asociadas
con los movimientos destinados y luego estimular la secuencia apropiada de las
acciones musculares . Para aquellos pacientes cuyos musculos no funcionar, ya hay
disenos para los sistemas " " nanoelectromecanicos (NEMS) que puede expandirse y
contraerse para sustituir a los musculos danados y que pueden ser activadas por los
nervios , ya sea reales o artificiales .

Nos estamos convirtiendo en ciborgs .

El escenario de la version 2.0 del cuerpo humano representa la continuacion de una
tendencia de larga data en la que crecemos mas intima con nuestra tecnologia.

Computers comenzo como grandes maquinas remotas en habitaciones con aire
acondicionado tendido por los tecnicos de bata blanca . Se movian en nuestros
escritorios , entonces bajo el brazo , y ahora en nuestros bolsillos . Pronto, vamos
habitualmente colocamos dentro de nuestros cuerpos y cerebros . Por la decada de
2030 nos volveremos mas no biologica que biologica. Como he dicho en el capitulo 3
por la inteligencia no biologica 2040 seran miles de millones de veces mas capaces
que nuestra inteligencia biologica.
Los importantes beneficios de superar enfermedades y discapacidades profundas
mantendran estas tecnologias en un curso rapido , pero las aplicaciones medicas
representan solo la fase temprana de adopcion. Como las tecnologias se establezcan ,
no habra barreras para usarlos durante gran expansion del potencial humano.
Stephen Hawking comento recientemente en la revista alemana Focus que la
inteligencia informatica superara a la de los seres humanos dentro de unas pocas
decadas. Defendio que " necesitamos con urgencia desarrollar conexiones directas al
cerebro, por lo que las computadoras pueden anadir a la inteligencia humana , en
lugar de estar en la oposicion. " [25]
Hawking puede estar tranquilo de que el programa de desarrollo que recomienda ya
esta en marcha .
Habra muchas variaciones de la version 2.0 cuerpo humano , y cada sistema de
organos y el cuerpo tendra su propio curso de desarrollo y perfeccionamiento . La
evolucion biologica es solo capaz de lo que se llama "optimizacion local", lo que
significa que se puede mejorar el diseno , pero solo dentro de los limites de diseno
"decisiones" que la biologia llego a mucho tiempo atras. Por ejemplo , la evolucion
biologica se limita a la creacion de todo, desde una clase muy

limitado de materiales ,
es decir, las proteinas , que se pliega a partir de cadenas unidimensionales de
aminoacidos . Se limita a los procesos de pensamiento
(reconocimiento de patrones,
analisis logico , la formacion de habilidades , y otras habilidades cognitivas) que
utilizan el cambio quimico extremadamente lento. Y la evolucion biologica en si
funciona muy lentamente , solo mejora incremental disenos que siguen aplicando
estos conceptos basicos. Es incapaz de cambiar repentinamente , por ejemplo , a los
materiales estructurales hechos de diamondoid o al nanotubo de conmutacion logico
basado .
Sin embargo , hay una manera de evitar esta limitacion inherente . La evolucion
biologica ha creado una especie que podria pensar y manipular su entorno. Esa
especie esta ahora teniendo exito en el acceso y mejorar - su propio diseno y es capaz
de reconsiderar y modificar estos principios basicos de la biologia.

Versión 3.0 del cuerpo humano .

Me imagino cuerpo humano 3.0 - en la decada de 2030 y la decada de 2040, como
un nuevo diseno mas fundamental. En lugar de reformular cada subsistema , nosotros
(tanto en la parte biologica y no biologica de nuestra forma de pensar , que trabajan
juntos) tendremos la oportunidad de renovar nuestro cuerpo en base a nuestra
experiencia con la version 2.0 . Al igual que con la transicion de 1,0 a 2,0 , la
transicion a 3.0 sera gradual e implicara muchas ideas que compiten .
Un atributo que imagino de la version 3.0 es la capacidad de cambiar nuestro cuerpo .
Vamos a ser capaces de hacerlo muy facilmente en entornos de realidad virtual (vease
la siguiente seccion) , pero tambien vamos a adquirir los medios de hacer esto en la
realidad real. Vamos a incorporar la fabricacion MNT basada en nosotros mismos, asi

que vamos a ser capaces de cambiar rapidamente nuestra manifestacion fisica a
voluntad.
Incluso con nuestros cerebros mayoria no biologicos que es probable que mantenga la
estetica y emocional de importacion de los cuerpos humanos , dada la influencia que
esta estetica tiene en el cerebro humano. (Incluso cuando se extiende , la parte no
biologica de nuestra inteligencia todavia se han derivado de la inteligencia humana
biologica.) Es decir , el cuerpo de version humana 3.0 es probable que todavia mirar
humana para los estandares actuales , pero teniendo en cuenta la plasticidad ampliado
en gran medida que nuestros cuerpos tendran, las ideas de lo que constituye la belleza
se ampliaran con el tiempo. Ya , las personas aumentan sus cuerpos con perforaciones
en el cuerpo , tatuajes, y cirugia plastica, y la aceptacion social de estos cambios se ha
incrementado rapidamente. Dado que vamos a ser capaces de hacer los cambios que
sean facilmente reversibles, no es probable que sea mucho mayor experimentacion.
J. Storrs Hall ha descrito disenos nanobots que el llama " foglets " que son capaces de
unir entre si para formar una gran variedad de estructuras y que pueden cambiar
rapidamente su organizacion estructural. Se llaman " foglets " porque si hay una
densidad suficiente de ellos en un area, se puede controlar el sonido y la luz para
formar los sonidos y las imagenes variables. Estan esencialmente creando entornos de
realidad virtual externamente (es decir, en el mundo fisico) en vez de internamente
(en el sistema nervioso). Usarlos una persona puede modificar su cuerpo o de su
entorno , aunque algunos de estos cambios sera en realidad ilusiones , ya que los
foglets puede controlar el sonido y images.[26] foglets de Hall son un diseno conceptual
para la creacion de organos morphable reales de competir con los

de la realidad
virtual .
BILL (ambientalista) : En esta version del cuerpo humano stuff 2.0, .no tirar al bebe
-literalmente- con el agua del bano ? Usted esta sugiriendo la sustitucion de todo el
cuerpo y el cerebro humano con las maquinas. No hay ser humano izquierdo.
RAY : No estamos de acuerdo en la definicion de los derechos humanos , pero solo
cuando me sugiere trazar la linea ? Aumentar el cuerpo humano y el cerebro con
intervenciones biologicos o no biologicos no es un concepto nuevo. Todavia hay una
gran cantidad de sufrimiento humano.
BILL : No tengo ninguna objecion a aliviar el sufrimiento humano . Sin embargo, la
sustitucion de un cuerpo humano con una maquina para exceder el rendimiento
humano le deja con , asi , una maquina . Tenemos coches que pueden viajar en el
suelo mas rapido que un humano, pero no consideramos que sean humanos .
RAY : . " Maquina " El problema tiene mucho que ver con la palabra Su concepcion
de la maquina es de algo que es mucho menos valioso , menos complejo , menos
creativo , menos inteligentes , menos conocimientos , menos sutil y flexible - que un
ser humano . Eso es razonable para las maquinas de hoy en dia , porque todas las
maquinas que he conocido - como los coches , son asi. El punto de mi tesis , de la
revolucion singularidad que viene, es que esta nocion de una maquina de inteligencia
no biologica - un cambio profundo .
BILL : Bueno, eso es exactamente mi problema . Parte de nuestra humanidad es
nuestra limitacion . No pretendemos ser la entidad mas rapido posible, para tener
recuerdos con la mayor capacidad posible, y asi sucesivamente. Pero hay una
cualidad espiritual indefinible de ser humano que una maquina inherentemente no

posee.
RAY : Una vez mas , .donde trazar la linea? Los seres humanos que ya estan
reemplazando partes de sus cuerpos y cerebros con los reemplazos no biologicos que
funcionan mejor en el desempeno de sus funciones "humanas" .
BILL : Mejor solo en el sentido de la sustitucion de organos y sistemas enfermas o
discapacitadas . Pero usted esta reemplazando esencialmente toda nuestra humanidad
para mejorar la capacidad humana , y eso es inherentemente inhumana.
RAY : Entonces, tal vez nuestro desacuerdo basico es sobre la naturaleza del ser
humano. Para mi, la esencia del ser humano no son nuestras limitaciones - a pesar de
que tenemos muchos es nuestra capacidad para ir mas alla de nuestras limitaciones.
No nos quedamos en el suelo. Ni siquiera nos quedamos en el planeta . Y estamos ya
no conformarse con las limitaciones de nuestra biologia.
BILL: Tenemos que usar estos poderes tecnologicos con gran discrecion. Pasado un
cierto punto , estamos perdiendo algo de calidad inefable que da sentido a la vida .
RAY : Creo que estamos de acuerdo en que tenemos que reconocer lo que es
importante en nuestra humanidad . Pero no hay razon para celebrar nuestras
limitaciones.

. . . en el cerebro humano

Es todo lo que vemos o parecemos , mas que un sueno dentro de un sueno ?
- Edgar Allen Poe
El programador de computadoras es un creador de universos para los que solo el es el
dador de la ley . No dramaturgo, director de escena no , ningun emperador, por
poderoso que sea, nunca ha ejercido esa autoridad absoluta para organizar una etapa o
un campo de batalla y de mandar a actores o tropas inquebrantablemente obedientes
. -Joseph Weizenbaum
Un dia de viento dos monjes estaban discutiendo acerca de una

bandera aleteo . El
primero dijo : "Yo digo que la bandera esta en movimiento, no el viento. " El segundo
dijo: "Yo digo que el viento se esta moviendo, no la bandera . " Un tercer monje paso
y dijo: " El viento no se mueve. La bandera no se mueve. Sus mentes se mueven. "
-ZEN PARABOLA
Supongamos que alguien dijera: " Imaginese esta mariposa tal y como es , pero feo en
lugar de hermoso. " - Ludwig Wittgenstein

El escenario de 2010 .

Ordenadores que llegan al comienzo de la proxima decada se convertiran
esencialmente invisibles : teje en nuestra ropa, incrustado en nuestros muebles y el
medio ambiente . Ellos aprovechar la malla en todo el mundo (lo que la World Wide
Web se convertira una vez que todos sus dispositivos de comunicacion se convierten
en enlaces servidores Web , formando asi grandes supercomputadoras y los bancos de
memoria) de comunicaciones de alta velocidad y los recursos computacionales.
Tendremos muy alto ancho de banda , la comunicacion inalambrica a Internet en todo
momento. Muestra seran incorporados en nuestros anteojos y lentes de contacto y las
imagenes proyectadas directamente en nuestras retinas. El Departamento de Defensa
ya esta utilizando la tecnologia a lo largo de estas lineas para crear entornos de
realidad virtual en el que se entrenan soldiers.[27] Un impresionante sistema de realidad
virtual inmersiva ya demostrada por el Instituto del Ejercito de Tecnologias Creativas
incluye humanos virtuales que respondan adecuadamente a las acciones del usuario .
Pequenos dispositivos similares proyectaran entornos auditivos. Los telefonos
moviles ya se estan introduciendo en la ropa que proyecta el sonido al ears.[28] y hay
un reproductor de MP3 que hace vibrar el craneo para reproducir musica que solo

usted puede hear.[29] El ejercito tambien ha sido pionera en la transmision de sonido a
traves del craneo del casco de un soldado .
Tambien hay sistemas que pueden proyectar desde una distancia de sonido que solo
una persona especifica puede oir, una tecnologia que fue dramatizada por los
anuncios de la calle hablando personalizados en la pelicula Minority Report . El los
sistemas de tecnologia Spotlight Audio y sonido hipersonico lograr esto mediante la
modulacion del sonido de rayos ultrasonicos , que se pueden dirigir con precision. El
sonido es generado por los rayos que interactuan con el aire, que restaura el sonido en
rango audible . Al centrarse varios conjuntos de vigas en una pared u otra superficie,
un nuevo tipo de sonido envolvente personalizado sin altavoces tambien possible.[30].
Estos recursos proporcionan la realidad virtual de alta resolucion, de inmersion total
visual - auditiva en cualquier momento. Tambien habremos de realidad aumentada
con pantallas superpuestas del mundo real para proporcionar una guia en tiempo real
y explicaciones . Por ejemplo , la pantalla de la retina podria recordarnos : "Ese es el
Dr. John Smith , director del ABC Institute- que lo vio por ultima vez hace seis meses
en la conferencia de XYZ " o " Ese es el edificio - el Time-Life de encuentro es en el
decimo piso " .
Tendremos traduccion en tiempo real de las lenguas extranjeras , esencialmente
subtitulos en el mundo , y el acceso a muchas formas de informacion en linea
integrado en nuestras actividades diarias. Personalidades virtuales que se superponen
al mundo real que nos ayudaran con la recuperacion de informacion y nuestras tareas
y operaciones . Estos asistentes virtuales no siempre esperar a que las preguntas y las
directrices , pero daran un paso adelante si nos ven luchando para encontrar una pieza

de informacion . (Como nos preguntamos acerca de " ... que la actriz que interpreto a
la princesa , o fue la reina ... en esa pelicula con el robot ", nuestra asistente virtual
puede susurrar en el oido o en la pantalla de nuestro campo visual de vista : " Natalie
Portman como la reina Amidala en Star Wars, los episodios 1 , 2 y 3 . ")

El escenario de 2030 .

Tecnologia Nanobot proporcionara totalmente envolvente , totalmente convincente
realidad virtual. Nanobots ocuparan posiciones en estrecha proximidad fisica a cada
conexion interneuronal procedente de nuestros sentidos . Ya tenemos la tecnologia
para los dispositivos electronicos para comunicarse con las neuronas en los dos
sentidos , pero que no requiere contacto fisico directo con las neuronas. Por ejemplo ,
los cientificos del Instituto Max Planck han desarrollado transistores " neuronas " que
pueden detectar el disparo de una neurona cercana, o, alternativamente, puede causar
una neurona cercana al fuego o suprimirlo desde firing.[31] Esto equivale a la
comunicacion de dos vias entre las neuronas y los transistores de neuronas basados en
electronica . Como se menciono anteriormente , los puntos cuanticos tambien han
demostrado la capacidad de proporcionar la comunicacion no invasiva entre las
neuronas y electronics.[32]

Si queremos experimentar la realidad real , los nanobots solo permanecen en su
posicion (en los capilares) y no hacen nada . Si queremos entrar en la realidad
virtual, se suprimen todas las entradas provenientes de los sentidos actuales y
reemplazarlos con las senales que serian apropiados para lo virtual environment.[33]

Su cerebro experimenta estas senales como si vinieran de su cuerpo fisico . Despues
de todo , el cerebro no experimenta el cuerpo directamente . Como he dicho en el

capitulo 4 , las aportaciones del cuerpo - que comprende a unos cientos de megabits
por segunda representacion de la informacion sobre el tacto , la temperatura, los
niveles de acido , el movimiento de los alimentos y otros eventos fisicos, corriente a
traves de las neuronas Lamina 1, luego a traves del nucleo ventromedial posterior,
terminando en las dos regiones de la corteza insula . Si estos se codifican
correctamente - y sabremos como hacerlo desde el cerebro ingenieria inversa
esfuerzo - el cerebro experimentara las senales sinteticas como lo haria reales. Usted
podria decidir hacer que sus musculos y extremidades para moverse como lo haria
normalmente , pero los nanobots podrian interceptar las senales interneuronales,
suprimir las extremidades reales que se mueva , y en lugar de hacer que los miembros
virtuales para moverse, ajustando adecuadamente el sistema vestibular y proporcionar
el adecuado el movimiento y la reorientacion en el entorno virtual.
La web proporcionara toda una gama de entornos virtuales para explorar. Algunos
seran recreaciones de lugares reales , mientras que otros seran ambientes de fantasia
que no tienen equivalente en el mundo fisico. Algunos , de hecho , seria imposible ,
tal vez porque violan las leyes de la fisica . Podremos visitar estos lugares virtuales y
tener cualquier tipo de interaccion con otros bienes , asi como la simulacion , la gente
(por supuesto, en ultima instancia, no habra una clara distincion entre los dos), que
van de las negociaciones comerciales a encuentros sensuales. " Disenador de entornos
de realidad virtual " sera una nueva descripcion del puesto y una nueva forma de arte.

Convertirse en otra persona .

En la realidad virtual no nos limitamos a una sola personalidad, ya que vamos a ser
capaces de cambiar nuestra apariencia y convertirse efectivamente en otras personas.

Sin alterar nuestro cuerpo fisico (en la realidad real) seremos capaces de transformar
facilmente nuestro cuerpo proyectado en estos entornos virtuales tridimensionales.
Podemos seleccionar diferentes cuerpos al mismo tiempo para diferentes personas.
Asi que tus padres te vean como una persona, mientras que su novia experimentara
usted como la otra. Sin embargo, la otra persona podra optar por anular su seleccion ,
y prefieren ver de manera diferente que el cuerpo que ha elegido para si mismo.
Puedes elegir diferentes proyecciones del cuerpo para diferentes personas : Ben
Franklin por un sabio tio, un payaso para un companero de trabajo molesto. Parejas
romanticas pueden elegir a quien quieren ser , hasta convertirse en uno al otro. Estas
son todas las decisiones facilmente cambiables .
Tuve la oportunidad de experimentar lo que es querer proyectarme como otra persona
en una manifestacion de realidad virtual en el 2001 TED (tecnologia, entretenimiento,
diseno) celebrada en Monterrey. Por medio de sensores magneticos en mi ropa de un
ordenador era capaz de rastrear todos mis movimientos. Con la animacion de ultra
alta velocidad de la computadora creo una de tamano natural , cerca de la imagen
fotografica de un joven - Ramona - que seguia mis movimientos en tiempo real.
Gracias a la tecnologia de procesamiento de senales , mi voz se convirtio en la voz de
una mujer y tambien controlaba los movimientos de los labios de Ramona . Por lo
tanto, parece que el publico TED como si Ramona ella estuviera dando la
presentation.[34]
Para hacer comprensible el concepto , la audiencia podria verme y ver Ramona , al
mismo tiempo , tanto en movimiento al mismo tiempo exactamente de la misma
manera. Una banda subio al escenario , y yo - Ramona - interpreto **" White Rabbit "**

de **Jefferson Airplane**, asi como una cancion original . Mi hija, entonces catorce
anos, tambien esta equipado con sensores magneticos , se unio a mi , y sus
movimientos de baile se transformaron en los de una copia de seguridad masculina
del bailarin - que paso a ser virtual Richard Saul Wurman , el empresario de la
conferencia TED. El exito de la presentacion estaba viendo Wurman , no conocido
por su hip- hop mueve convincentemente - que hacen pasos de baile de mi hija .
Presente en la audiencia fue el liderazgo creativo de Warner Bros. , que luego se fue y
creo la pelicula Simone , en la que el personaje interpretado por Al Pacino se
transforma en Simone esencialmente de la misma manera.
La experiencia fue un profundo y conmovedor para mi. Cuando me mire en el "
cybermirror " (una pantalla me mostro lo que el publico estaba viendo), me vi a mi
mismo como Ramona en lugar de la persona con la que suelo ver en el espejo.
Experimente la fuerza emocional y no solo la idea de intelectual transformarme en
otra persona .
Las identidades de las personas estan con frecuencia intimamente ligados a sus
cuerpos (" Soy una persona con una gran nariz ", "Yo soy flaca ", "Yo soy un tipo
grande ", y asi sucesivamente) . He encontrado la oportunidad de convertirse en una
persona diferente liberador. Todos nosotros tenemos una variedad de personalidades
que somos capaces de transmitir , pero en general les suprimen ya que no tienen
medios facilmente disponibles de expresarlas . Hoy en dia contamos con tecnologias
muy limitados disponibles , como la moda , el maquillaje y el peinado - para cambiar
lo que somos para diferentes relaciones y ocasiones , pero nuestra gama de
personalidades a ampliar en gran medida en el futuro lleno de inmersion entornos de

realidad virtual .
Ademas de que abarca todos los sentidos , estos entornos compartidos pueden incluir
superposiciones emocionales . Nanobots seran capaces de generar los correlatos
neurologicos de las emociones , el placer sexual , y otros derivados de nuestra
experiencia sensorial y las reacciones mentales. Experimentos durante la cirugia
cerebral abierta han demostrado que la estimulacion de ciertos puntos especificos en
el cerebro puede provocar experiencias emocionales (por ejemplo, la chica que
encontro todo divertido cuando son estimuladas en un punto particular de su cerebro ,
como informe en la era de las maquinas espirituales) . [35] Algunas emociones y
reacciones secundarias implican un patron de actividad en el cerebro en lugar de la
estimulacion de una neurona especifica, pero con nanobots distribuidos masivamente,
estimular estos patrones tambien seran factibles .

Beamers experiencia .

" Experiencia beamers " enviaran todo el flujo de sus experiencias sensoriales , asi
como los correlatos neurologicos de sus reacciones emocionales a cabo en la Web , al
igual que la gente de hoy haz su imagen dormitorio de sus camaras web . Un
pasatiempo popular sera la de conectar a otra persona haz sensorial -emocional y la
experiencia de lo que es ser esa persona , al estilo de la premisa de la pelicula Como
ser John Malkovich . Tambien habra una amplia seleccion de experiencias archivados
para elegir, con un diseno virtual experiencia de otra nueva forma de arte.

Abra su mente .

La aplicacion mas importante de cerca - 2030 nanobots sera , literalmente, para
ampliar nuestras mentes a traves de la fusion de la inteligencia biologica y no
biologica. La primera etapa sera la de aumentar nuestros cien billon conexiones

interneuronales muy lentas con conexiones virtuales de alta velocidad a traves
nanorobot communication.36 Esto nos dara la oportunidad de impulsar en gran
medida nuestra capacidad de reconocimiento de patrones, los recuerdos, y la
capacidad de pensamiento global , asi como para interconectar directamente con las
formas de gran alcance de la inteligencia no biologica . La tecnologia tambien
proporcionara comunicacion inalambrica de un cerebro a otro .
Es importante senalar que mucho antes del final de la primera mitad del siglo XXI , el
pensamiento a traves de sustratos no biologicos predominara . Al revisar en el
capitulo 3, el pensamiento humano biologica esta limitada a 1.016 operaciones por
segundo (cps) al cerebro humano (basado en el modelo neuromorfica de regiones
cerebrales) y cerca de 1.026 cps para todos los cerebros humanos. Estas cifras no van
a cambiar notablemente , incluso con ajustes de bioingenieria a nuestro genoma . La
capacidad de procesamiento de la inteligencia no biologica , por el contrario, esta
creciendo a un ritmo exponencial (con la misma tasa de aumento) y muy superior a la
inteligencia biologica a mediados de la decada de 2040 .
En ese momento nos hemos movido mas alla del paradigma de nanobots en un
cerebro biologico. La inteligencia no biologica sera miles de millones de veces mas
potentes , por lo que predominara . Tendremos version 3.0 los cuerpos humanos , lo
que vamos a ser capaces de modificar y reinstantiate en nuevas formas a voluntad.
Vamos a ser capaces de cambiar rapidamente el cuerpo en su totalidad de inmersion
visual - auditivo entornos virtuales en la segunda decada de este siglo , en plena
inmersion en ambientes de realidad virtual que incorporan todos los sentidos durante
la decada de 2020 , y en la realidad real en la decada de 2040 .
Inteligencia no biologica todavia debe ser considerado humano , ya

que esta
totalmente deriva de hombre-maquina civilizacion y se basara , al menos en parte , en
la inteligencia humana ingenieria inversa . Me dirijo a esta importante cuestion
filosofica en el proximo capitulo. La fusion de estos dos mundos de la inteligencia no
es mas que una fusion de medios de pensamiento biologico y no biologico , pero lo
mas importante , de metodo y de la organizacion del pensamiento , que sera capaz de
ampliar nuestras mentes en practicamente cualquier forma imaginable.
Nuestros cerebros hoy son relativamente fijos en el diseno. A pesar de que sumamos
los patrones de conexiones de interneuronas y las concentraciones de
neurotransmisores como una parte normal del proceso de aprendizaje , la capacidad
total actual del cerebro humano es muy limitada . Como la parte no biologica de
nuestro pensamiento comienza a predominar a finales de la decada de 2030 , vamos a
ser capaces de ir mas alla de la arquitectura basica de las regiones neuronales del
cerebro . Los implantes cerebrales basados en nano robots inteligentes distribuidos
masivamente en gran medida ampliar la memoria y de otra manera mejorar
enormemente todos nuestros sentidos , de reconocimiento de patrones , y las
habilidades cognitivas . Dado que los nanobots se comunican entre si , van a ser
capaces de crear un conjunto de nuevas conexiones neuronales , romper las
conexiones existentes (por actividad neuronal supresion) , crear nuevas redes
biologicas no biologicos hibridos y agregar redes totalmente no biologicos , asi como
interactuar intimamente con las nuevas formas no biologicas de la inteligencia.
El uso de nanobots como extensores del cerebro sera una mejora significativa con
respecto a los implantes neurales instalado quirurgicamente , que

estan empezando a
ser utilizado en la actualidad. Nanobots seran introducidos sin necesidad de cirugia , a
traves del torrente sanguineo , y si es necesario todo pueden ser dirigidas a dejar , por
lo que el proceso es facilmente reversible . Ellos son programables , en que pueden
proporcionar realidad virtual de un minuto y una variedad de extensiones del cerebro
proximos . Ellos pueden cambiar su configuracion y pueden alterar su software. Tal
vez lo mas importante , que se distribuyen de forma masiva , por lo que pueden tardar
hasta miles de millones de posiciones por todo el cerebro , mientras que un implante
neural introducido quirurgicamente se puede colocar solamente en una o como
maximo unos pocos lugares
MOLLY 2004 : la realidad virtual de inmersion total no parece muy atractivo. Quiero
decir, todos esos nanobots corriendo en mi cabeza, como pequenos insectos .
RAY : Oh , no sentir, mas que sentir las neuronas en la cabeza o las bacterias en la GI
vias .
MOLLY 2004 : La verdad es que puedo sentir . Pero puedo tener una inmersion total
con mis amigos en este momento , simplemente , ya sabes, que se reunen fisicamente.
SIGMUND FREUD : Hmmm , eso es lo que solia decir sobre el telefono cuando yo
era joven . Gente decir: " .Quien necesita hablar con alguien a cientos de kilometros
de distancia cuando se puede estar juntos ? "
RAY : Exactamente , el telefono es realidad virtual auditivo. Tan lleno de inmersion
en realidad virtual es , basicamente , una de cuerpo completo telefonica . Usted puede
reunirse con cualquier persona en cualquier momento , pero hacer algo mas que
hablar.
GEORGE 2048 : Ha sido sin duda una gran ayuda para los profesionales del sexo ,
nunca tienen que dejar sus hogares. Llego a ser tan imposible

trazar las lineas
significativas que las autoridades no tenian mas remedio que legalizar la prostitucion
virtual en 2033.
MOLLY 2004 : Muy interesante, pero en realidad no es muy atractivo.
GEORGE 2048 : De acuerdo, pero tenga en cuenta que usted puede estar con su
estrella de entretenimiento favorito .
MOLLY 2004 : Yo puedo hacer eso en mi imaginacion cuando quiera .
RAY : La imaginacion es agradable, pero la cosa real o, mejor dicho, lo virtual, lo es
mucho mas , bueno, real.
MOLLY 2004 : Si, pero .que pasa si mi celebridad " favorito" esta ocupado ?
RAY : Eso es otro de los beneficios de la realidad virtual alrededor del ano 2029 , que
tiene su eleccion de millones de artificial personas.
MOLLY 2104 : Entiendo que estas de vuelta en 2004, pero que tipo de deshice de ese
nuevo terminologia cuando se aprobo la Ley de Personas no biologica en 2052.
Quiero decir, estamos mucho mas real que ... umm , permitanme expresarlo de otro
modo .
MOLLY 2004 : Si , tal vez deberia.
MOLLY 2104: Digamos que usted no tiene que tener estructuras biologicas explicitas
para ser -
GEORGE 2048: - apasionado ?
MOLLY 2104 : Supongo que usted debe saber .
Timothy Leary : .Que pasa si usted tiene un mal viaje ?
RAY : .Quieres decir algo sale mal con una experiencia de realidad virtual ?
TIMOTEO : Exactamente.
RAY : Bueno, puedes irte. Es como colgar en una llamada telefonica .
MOLLY 2004 : Suponiendo que usted todavia tiene el control sobre el software.
RAY : Si , nosotros tenemos que estar preocupados con eso.
SIGMUND : Puedo ver algun potencial terapeutico real aqui . RAY : Si , puedes ser
quien quieras ser en la realidad virtual.

SIGMUND : Excelente , la oportunidad de expresar anhelos reprimidos ...
RAY : Y no solo para estar con la persona que desea estar con el, sino para
convertirse en esa persona.
SIGMUND : Exactamente. Creamos los objetos de nuestra libido en nuestro
subconsciente de todos modos. Basta pensar , una pareja podria cambiar tanto sus
generos. Podrian convertirse en la otra cada uno.
MOLLY 2004 : Al igual que un interludio terapeutica , supongo ?
SIGMUND : Por supuesto. Yo solo recomendaria este bajo mi supervision cuidadosa.
MOLLY 2004 : Naturalmente .
MOLLY 2104: Hey , George , .recuerdas cuando cada uno de nosotros hicimos todos
los personajes del sexo opuesto
Novelas Allen Kurzweil , al mismo tiempo ?
GEORGE 2048 : Ja , me gusto que mejor que ese inventor frances del siglo XVIII , el
que hizo relojes eroticos bolsillo !
MOLLY 2004 : Bien, ahora ejecutar este sexo virtual por mi otra vez. .Como
funciona exactamente?
RAY : Usted esta utilizando su cuerpo virtual , que es simulado. Nanobots en los
alrededores de su sistema nervioso generan las senales apropiadas codificados para
todos sus sentidos : visual , auditiva, tactil , por supuesto , incluso olfativas . Desde la
perspectiva de su cerebro, que es real , porque las senales son tan reales como si sus
sentidos les producian a partir de experiencias reales. La simulacion en realidad
virtual seria generalmente siguen las leyes de la fisica , aunque eso dependera del
entorno que ha seleccionado. Si vas alli con otra persona o personas, estas otras
inteligencias , ya sea de las personas con cuerpos biologicos o de otra manera ,
tambien tendria cuerpos en este entorno virtual. Su cuerpo en la realidad virtual no
tiene por que coincidir con su cuerpo en la realidad real. De hecho, el cuerpo decide

por si mismo en el entorno virtual puede ser diferente del cuerpo que su pareja escoge
para ti al mismo tiempo. Los equipos que generan el entorno virtual, cuerpos
virtuales, y las senales nerviosas asociadas cooperarian para que sus acciones afectan
a la experiencia virtual de los otros y viceversa .
MOLLY 2004 : Asi que me gustaria experimentar el placer sexual , aunque yo no soy
en realidad , ya sabes, con alguien ?
RAY : Bueno , estarias con alguien, pero no en la realidad real , y, por supuesto , la
persona puede incluso no existe en la realidad real. El placer sexual no es una
experiencia sensorial directa , es similar a una emocion. Es una sensacion generada
en el cerebro , que esta reflexionando sobre lo que estas haciendo y pensando, al igual
que la sensacion de humor o enojo .
MOLLY 2004 : Al igual que la chica que ha mencionado que encontro todo hilarante
cuando los cirujanos estimularon un punto particular en el cerebro?
RAY : Exactamente. Hay correlatos neurologicos de todas nuestras experiencias ,
sensaciones y emociones. Algunos estan localizados , mientras que otras reflejan un
patron de actividad . En cualquier caso, vamos a ser capaces de dar forma y mejorar
nuestras reacciones emocionales como parte de nuestras experiencias de realidad
virtual .
MOLLY 2004 : Eso podria funcionar bastante bien . Creo que voy a mejorar mi
reaccion comicidad en mis escapadas romanticas . Que se ajuste el justo. O tal vez mi
respuesta absurdo - me gusta eso , tambien.
NED LUDD : Puedo ver que esto se salga de control . La gente va a empezar a pasar
la mayor parte de su tiempo en la realidad virtual.
MOLLY 2004 : Oh , creo que mi hijo de diez anos de edad, sobrino ya esta ahi , con
sus juegos de video.
RAY : Todavia no estan llenos de inmersion.
MOLLY 2004 : Eso es cierto . Podemos verlo, pero no estoy seguro

de que nos
advierte. Pero cuando lleguemos al punto en que sus juegos son la inmersion total ,
nunca vamos a verlo.
GEORGE 2048: Puedo ver tu preocupacion si usted esta pensando en terminos de los
mundos virtuales finas de 2004 , pero no es un problema con los 2048 mundos
virtuales. Son mucho mas convincente que el mundo real.
MOLLY 2004 : Si, .como lo sabe ya que nunca ha estado en la realidad real?
GEORGE 2048: He oido sobre ello un poco. De todos modos , podemos simularlo .
MOLLY 2104: Bueno, yo puedo tener un cuerpo real cada vez que quiero, realmente
no es un gran problema . Tengo que decir que es bastante liberador para no depender
de un cuerpo particular , y mucho menos un ser biologico. .Se puede imaginar, esta
todo atado con sus infinitas limitaciones y cargas ?
MOLLY 2004 : Si , puedo ver de donde vienes .

. . . en la longevidad humana

Es una de las cosas mas notables que en todas las ciencias biologicas no hay ninguna
pista en cuanto a la necesidad de la muerte . Si usted dice que queremos hacer el
movimiento perpetuo , hemos descubierto suficientes leyes como estudiamos la fisica
para ver que es ya sea absolutamente imposible , o bien las leyes son erroneas. Pero
no hay nada en la biologia pero encontro que indica la inevitabilidad de la muerte.
Esto me hace pensar que no es del todo inevitable y que es solo cuestion de tiempo
antes de que los biologos descubren que es lo que nos esta causando el problema y
que esta enfermedad universal, terribles o temporalidad del cuerpo del ser humano se
va a curar . - Richard Feynman
Nunca de adentro, nunca rendirse , nunca, nunca , nunca, nunca en nada , grande o
pequeno, grande o pequeno , nunca dar pulg - WINSTON CHURCHILL
Inmortalidad primero ! Todo lo demas puede esperar. - Corwyn

PRATER
Muerte involuntaria es una piedra angular de la evolucion biologica , pero este hecho
no significa que sea una buena cosa. - MICHAEL Anissimov
Suponga que usted es un cientifico de hace 200 anos que ha descubierto la manera de
reducir drasticamente la mortalidad infantil con una mejor higiene. Usted da una
charla sobre esto, y alguien se pone de pie en la espalda y le dice: " Espera, si
hacemos eso vamos a tener una explosion de la poblacion " Si responde , " No, todo
va a estar bien, porque todos vamos a llevar estas cosas absurdas de goma cuando
tenemos sexo ", nadie habria tomado en serio . Sin embargo, eso es precisamente lo
que sucedio - barrera de anticoncepcion fue ampliamente adoptado [en la epoca en
que la mortalidad infantil se redujo] . - Aubrey de Grey , gerontologo
Tenemos el deber de morir. Dick Lamm, ex gobernador DE COLORADO
Algunos de nosotros pensamos que esto es una lastima .
- BERTRAND RUSSEL, 1955, comentando sobre la estadistica de que alrededor de
cien mil personas mueren de causas RELACIONADOS CON LA EDAD Cada Dia[38]
La evolucion, el proceso que produce la humanidad , tiene un solo objetivo : crear
maquinas de genes maximo capaces de producir copias de si mismos . En
retrospectiva , esta es la unica forma de estructuras complejas , tales como la vida
posiblemente podrian surgir en un universo inteligente . Pero este objetivo a menudo
entra en conflicto con los intereses humanos , causando la muerte , el sufrimiento y la
esperanza de vida corta . El avance mas alla de la humanidad ha sido una historia de
romper las limitaciones evolutivas. - MICHAEL Anissimov
(Dibujo Negro y blanco que representa una larga fila de personas que llevaban
carteles que decian cosas como: " Lo unico que podemos estar seguros es de la

muerte y los impuestos ", " Despues de la muerte , voy a trascender ", " La muerte es
buena para la especie humana "," la extension de vida radical es anti-humano "Ellos
estan en el fondo y caminar de espaldas a nosotros, que aparece mas bien
desesperado, deprimido. .
En el primer plano hay tres personas contenido de aspecto que nos enfrentamos. A la
izquierda es un tipo saliente llevaba una camiseta que dice " Singularitarians
Internacional : Peoria
Capitulo " . A la derecha es un chico timido con un libro en la brazo titulado La
singularidad esta cerca . En el centro hay una nina con sus brazos alrededor de los
otros dos de una manera amistosa , echando un vistazo a la linea sombria de la gente
en el fondo.)
La mayoria de los lectores de este libro es probable que sean en torno a la experiencia
de la singularidad . Como analizamos en el capitulo anterior , la aceleracion de los
avances en la biotecnologia nos permitira reprogramar nuestros genes y los procesos
metabolicos para apagar las enfermedades y procesos de envejecimiento . Este curso
incluira los rapidos avances en la genomica (influyendo genes), la proteomica
(entender e influir en el papel de las proteinas) , la terapia genica (suprimir la
expresion genica con tecnologias tales como la interferencia de ARN y la insercion de
nuevos genes en el nucleo) , el diseno racional de farmacos (la formulacion de
farmacos que se dirigen a los cambios precisos en la enfermedad y el proceso de
envejecimiento), y la clonacion terapeutica de la rejuvenecida (versiones telomeros
largos y DNA corregida) de nuestras propias celulas, tejidos y organos, y los
acontecimientos relacionados.
La biotecnologia se extendera biologia y corregir sus defectos obvios . La revolucion

de la superposicion de la nanotecnologia nos permitira expandirnos mas alla de las
graves limitaciones de la biologia. Como Terry Grossman y articulados en Viaje
fantastico : vivir lo suficiente para vivir para siempre , estamos ganando rapidamente
el conocimiento y las herramientas para mantener y prolongar indefinidamente la
"casa" cada uno de nosotros llama a su cuerpo y el cerebro . Por desgracia, la gran
mayoria de nuestros companeros baby- boomers no son conscientes del hecho de que
no tienen que sufrir y morir en el curso "normal " de la vida , como las generaciones
anteriores han hecho si se toman medidas energicas, accion que va mas alla del
nocion usual de un estilo de vida saludable, basicamente, (ver "Recursos e
informacion de contacto ", p . 489) .
Historicamente , el unico medio para que los humanos sobrevivan a una vida
biologica limitada ha sido la de transmitir los valores , creencias y conocimientos a
las generaciones futuras. Ahora nos estamos acercando a un cambio de paradigma en
los medios tendremos disponibles para preservar los patrones subyacentes a nuestra
existencia. La esperanza de vida humana es en si creciendo constantemente y se
acelerara rapidamente, ahora que estamos en las primeras etapas de la ingenieria
inversa de la informacion de los procesos de la vida y la enfermedad subyacente .
Robert Freitas estima que la eliminacion de una lista especifica que comprende 50 %
de las enfermedades prevenibles medicamente seria aumentar la esperanza de vida
humana a mas de 150 anos.[39] Al impedir que 90 por ciento de los problemas de
salud , la esperanza de vida crece a mas de quinientos anos . En el 99 por ciento ,
estariamos mas de mil anos. Podemos esperar que la plena realizacion de las
revoluciones de la biotecnologia y la nanotecnologia nos permitira

eliminar
practicamente todas las causas medicas de la muerte . A medida que avanzamos hacia
una existencia no biologica , ganaremos los medios de " copias de nosotros mismos "
(almacenar los patrones clave que subyacen a nuestro conocimiento , las habilidades
y la personalidad) , lo que elimina la mayoria de las causas de la muerte tal como la
conocemos .

Esperanza de vida (años) **40**

Cro-Magnon era de 18
Antiguo Egipto 25
1400 Europa 30
1800 Europa y Estados Unidos 37
1900 Estados Unidos 48
2002 Estados Unidos 78

La transformación a la experiencia no biológicos

Una mente que se mantiene en la misma capacidad no puede vivir para siempre ,
despues de unos pocos miles de anos que se veria mas como un bucle de cinta de
repetir que una persona. Para vivir indefinidamente largo, la mente misma debe
crecer, ... y cuando llega a ser lo suficientemente grande, y mira hacia atras ... lo
simpatia puede tener con el alma que en su origen fue ? Cuanto mas tarde habria de
ser todo lo que fue el original, pero mucho mas . - VERNOR VINGE

Los imperios del futuro son los imperios de la mente . - WINSTON CHURCHILL

Me informe sobre la carga del cerebro en el capitulo 4. El escenario cerebro-portar
sencillo implica escanear un cerebro humano (lo mas probable desde dentro), la
captura de todos los detalles mas importantes , y reinstantiating estado del cerebro en
un sustrato diferente - mas probable es mucho mas potente - computacional . Este
sera un procedimiento factible y sucedera muy probablemente en torno a finales del
2030. Pero esta no es la principal forma en que me imagino la transicion a la
experiencia no biologicos que tienen lugar. Se va a pasar , mas

bien, de la misma
manera que todos los otros cambios de paradigma suceden : poco a poco (pero a un
ritmo acelerado).
Como senale anteriormente, el cambio hacia el pensamiento no biologico sera un
terreno resbaladizo , pero uno de los que ya han comenzado . Vamos a seguir para
tener el cuerpo humano , sino que se convertira en proyecciones morphable de
nuestra inteligencia . En otras palabras , una vez que hemos incorporado la
fabricacion MNT en nosotros mismos, seremos capaces de crear y recrear diferentes
cuerpos a voluntad.
Sin embargo logra, seran esos cambios fundamentales que podamos vivir para
siempre? La respuesta depende de lo que entendemos por "vida" y "muerte".
Considere lo que hacemos hoy con nuestros ficheros automatizados de caracter
personal. Cuando cambiamos de un ordenador antiguo a uno nuevo, no se tire todos
nuestros archivos de distancia. Mas bien, copiamos y volver a instalarlos en el nuevo
hardware. Aunque nuestro software no sigue necesariamente su existencia para
siempre, su longevidad es en esencia independiente y desconectado del hardware que
se ejecuta.
Actualmente, cuando los accidentes humanos hardware , el software de nuestra vida ,
nuestro personal "archivo mental" - muere con el. Sin embargo , esto no va a seguir
siendo el caso cuando tenemos los medios para almacenar y recuperar los miles de
millones de millones de bytes de informacion representados en el patron que
llamamos nuestro cerebro (junto con el resto de nuestro sistema nervioso, el sistema
endocrino y otras estructuras que nuestro archivo de la mente comprende) .
En ese punto de la longevidad de archivo de la mente de uno no dependera de la

viabilidad de cualquier medio de hardware en particular (por ejemplo , la
supervivencia de un cuerpo biologico y el cerebro) . En ultima instancia, los seres
humanos basados en software se extienden mucho mas alla de las graves limitaciones
de los seres humanos como los conocemos hoy en dia. Ellos viviran en la Web , con
una proyeccion cuerpos cada vez que necesitan o quieren , incluidos los organismos
virtuales en diversos ambitos de la realidad virtual , los organos , organismos
holografica proyectada foglet - proyectados y cuerpos fisicos que comprenden
enjambres de nanobots y otras formas de la nanotecnologia.
A mediados de los veintidos primeros humanos siglo sera capaz de ampliar su forma
de pensar sin limites. Esta es una forma de inmortalidad, aunque es importante
senalar que los datos e informacion no necesariamente duran para siempre : la
longevidad de la informacion depende de su pertinencia, utilidad y accesibilidad. Si
alguna vez has tratado de recuperar la informacion de una forma obsoleta de
almacenamiento de datos en un formato antiguo oscuro (por ejemplo, un carrete de
cinta magnetica de una minicomputadora 1970), que entiende los desafios de
mantener el software viable. Sin embargo, si somos diligentes en el mantenimiento de
nuestro archivo de la mente, hacer copias de seguridad frecuentes , y la migracion a
los formatos y medios , una forma de inmortalidad actuales se puede alcanzar , por lo
menos para los seres humanos basados en software. Mas adelante en este siglo ,
parecera sorprendente a la gente que los seres humanos en una epoca anterior
vivieron sus vidas sin una copia de seguridad de su informacion mas preciada : la
contenida en sus cerebros y cuerpos.
Es esta forma de inmortalidad el mismo concepto que un ser humano fisico, tal como

lo conocemos hoy en dia, vivir para siempre ? En cierto sentido lo es, porque hoy a
uno mismo no es una coleccion permanente de la materia , tampoco. Investigaciones
recientes muestran que incluso las neuronas, que se cree ser relativamente duraderas,
cambiar todos sus subsistemas constituyentes , como los tubulos , en cuestion de
semanas . Solo nuestro patron de la materia y la energia continua, e incluso que
cambia gradualmente . Del mismo modo, sera el patron de un software humana que
persiste y se desarrolla lentamente y altera .
Pero es que la persona en mi archivo mental , que migra a traves de muchos soportes
informaticos y que sobrevive a cualquier medio de pensamiento concreto, realmente
yo? Esta consideracion nos lleva de nuevo a las mismas preguntas de la conciencia y
la identidad que se han debatido desde los dialogos de Platon (que se examina en el
capitulo siguiente) . Durante el transcurso del siglo XXI estos no permaneceran
temas para debates filosoficos corteses , pero tendran que ser enfrentados como
cuestiones vitales, practicos , politicos y juridicos .
Una pregunta relacionada : .Es la muerte deseable? La " inevitabilidad " de la muerte
esta profundamente arraigada en el pensamiento humano . Si la muerte parece
inevitable , tenemos mas remedio que racionalizar lo que sea necesario , incluso
ennoblecedora . La tecnologia de la Singularidad ofrecera medios practicos y
accesibles para los seres humanos para evolucionar hacia algo mas grande , asi que ya
no es necesario racionalizar la muerte como un medio principal de dar un sentido a la
vida.

La longevidad de la Información

" El horror de ese momento , " el Rey continuo, " Yo nunca, nunca olvidare! " "
Usted, sin embargo," la reina dijo , " si usted no hace un memorando de la misma. "

- Lewis Carroll, A traves del VIDRIO
Las unicas cosas que usted puede estar seguro de , por lo que dice el refran , son la
muerte y los impuestos , pero no ser demasiado seguro acerca de la muerte.
- JOSEPH Strout , neurocientifico
No se senor , pero lo que va a llegar a ser yo estoy seguro de que cobrarles
impuestos .
- MICHAEL FARADAY , respondiendo a una pregunta de los britanicos MINISTERIO DE HACIENDA EN CUANTO A LO USO PRACTICO PUEDE HACER DE SU DEMOSTRACION DE ELECTROMAGNETISMO
No entres docilmente en esa buena noche , ... Rabia, rabia contra la muerte de la luz.
- DYLAN THOMAS
La oportunidad de convertir nuestra vida , nuestra historia, nuestros pensamientos y
nuestras habilidades en la informacion plantea la cuestion de como la informacion
dura mucho tiempo. Siempre he venerado conocimiento y recogi informacion de todo
tipo como un nino, una inclinacion que comparti con mi padre.
A modo de antecedentes , mi padre era una de esas personas que les gustaba para
almacenar todas las imagenes y sonidos que documentan su vida. Tras su prematura
muerte a la edad de cincuenta y ocho anos , en 1970 , herede sus archivos , que
atesoro en la actualidad. Tengo 1.938 tesis doctoral de mi padre, de la Universidad de
Viena , que contiene su vision particular en las contribuciones de Brahms a nuestro
vocabulario musical. Hay albumes de recortes de periodicos bien ordenados de sus
aclamados conciertos de musica cuando era un adolescente en las montanas de
Austria. Hay cartas urgentes desde y hacia la patrona musica americana que patrocino
su huida de Hitler , justo antes de la Kristallnacht y desarrollos historicos
relacionados en Europa a finales de 1930 han llevado a tal huida imposible. Estos
articulos son algunas docenas de cajas de envejecimiento que contienen una gran

cantidad de recuerdos , incluyendo fotografias , grabaciones musicales en vinilo y
cinta magnetica , cartas personales, e incluso facturas.
Tambien herede su aficion por la preservacion de los registros de la vida de uno , por
lo que junto con las cajas de mi padre tengo varios cientos de cajas de mis propios
papeles y archivos . La productividad de mi padre , asistido solo por la tecnologia de
la maquina de escribir y papel carbon , no se puede comparar con la mia prolificidad ,
con la complicidad de las computadoras y las impresoras de alta velocidad que puede
reproducir mis pensamientos en todo tipo de permutaciones.
Escondido en mis propias cajas son tambien diversas formas de medios digitales :
tarjetas perforadas , bobinas de papel, cintas y cintas magneticas y discos digitales de
distintos tamanos y formatos. A menudo me pregunto hasta que punto sigue siendo
accesible esta informacion. Ironicamente la facilidad de acercarse a esta informacion
es inversamente proporcional al nivel de avance de la tecnologia utilizada para
crearlo. Mas sencillo son los documentos en papel, que a pesar de que muestra signos
de la edad son eminentemente legible. Solo un poco mas dificil son los discos de
vinilo y grabaciones analogicas. Aunque se requiere un equipamiento basico, no es
dificil de encontrar o utilizar . Las tarjetas perforadas son un poco mas dificil, pero
aun asi es posible encontrar lectores de tarjetas perforadas , y los formatos son
sencillos .
Por el momento la informacion mas exigente para recuperar es la contenida en los
discos digitales y cintas. Tenga en cuenta los desafios que implica . Para cada medio
tengo que averiguar que es exactamente disco o unidad de cinta se utilizo, si un IBM
1620 alrededor de 1960 o Data General Nova I circa 1973.Then , una vez que han
montado los equipos necesarios , hay capas de software para hacer

frente con: el
sistema operativo apropiado , los conductores de la informacion de discos y
programas de aplicacion . Y, cuando me encuentro con las puntuaciones de los
inevitables problemas inherentes a cada capa de hardware y software, los cuales solo
voy a pedir ayuda ? Ya es bastante dificil conseguir sistemas contemporaneos a
trabajar, vamos a sistemas autonomos para los cuales los servicios de asistencia
fueron disueltas hace decadas (si es que alguna vez existieron) . Incluso en el
Computer History Museum mayoria de los dispositivos de pantalla dejo de funcionar
muchos anos ago.[41]
Suponiendo que yo pudiere mas que todos estos obstaculos , tengo que tener en
cuenta el hecho de que el actual datos magneticos en los discos probablemente ha
decaido y que los antiguos equipos seguirian generar su mayoria error messages.[42]
Pero se ha ido de la informacion ? La respuesta es: No del todo. A pesar de que los
puntos magneticos pueden ya no ser legible por el equipo original , las regiones
descoloridas se podrian mejorar por equipos sensibles adecuadamente , a traves de
metodos que son analogos a la mejora de la imagen a menudo se aplica a las paginas
de los libros antiguos cuando se escanean . La informacion sigue ahi , aunque es muy
dificil de alcanzar. Con suficiente devocion y la investigacion historica , se podria
realmente recuperarla. Si tuvieramos motivos para pensar que uno de estos discos
contenian secretos de enorme valor, que probablemente tenga exito en la
recuperacion de la informacion .
Pero la mera nostalgia es poco probable que sea suficiente para motivar a alguien
para llevar a cabo esta tarea formidable. Me gustaria decir que porque yo habia
anticipado en gran medida este dilema , lo hice hacer impresiones

en papel de la
mayoria de estos archivos antiguos . Pero mantener toda nuestra informacion en papel
no es la respuesta , ya que los archivos en papel presentan su propio conjunto de
problemas. Aunque puedo leer facilmente , incluso un manuscrito de papel centenaria
si estoy sosteniendo en mi mano , la busqueda de un documento deseado de entre
miles de carpetas de archivos solo organizados modestamente puede ser una tarea
frustrante y consume mucho tiempo. Se puede tomar una tarde entera para buscar la
carpeta correcta , por no mencionar el riesgo de forzar la espalda de uno se mueva
docenas de cajas de archivos pesados. El uso de microfilm o microficha puede aliviar
algunos de los problemas , pero la cuestion de localizar el documento correcto
permanece.
He sonado con tomar estos cientos de miles de discos y escanearlos en una base de
datos personal masivo , lo que permitira que utilice metodos potentes de busqueda y
recuperar contemporaneos en ellos. Incluso tengo un nombre para esta aventura -
DAISI (documento e imagen Invencion de almacenamiento) y se han ido
acumulando ideas para el durante muchos anos . Computer pionero Gordon Bell (ex
ingeniero jefe de Digital Equipment Corporation) , DARPA (Defense Advanced
Research Projects Agency) y la Fundacion Long Now tambien estan trabajando en
sistemas para abordar este challenge.[43]
DAISI implicara la tarea de enormes proporciones de la exploracion y pacientemente
catalogar todos estos documentos . Pero el verdadero reto para mi sueno de DAISI es
sorprendentemente profunda : .como puedo elegir el hardware adecuado y capas de
software que me va a dar la seguridad de que mis archivos seran decadas viables y
accesibles a partir de ahora ?

Por supuesto, mis propias necesidades archivisticas son solo un microcosmos de la
base de conocimiento en expansion exponencial que la civilizacion humana se esta
acumulando . Esta es la base de conocimiento de toda la especie comun que nos
distingue de otros animales. Otros animales se comunican , pero no acumulan una
base creciente y evolutivo del conocimiento para pasar a la siguiente generacion.
Dado que estamos escribiendo nuestra preciosa herencia en lo medico experto en
informatica Bryan Bergeron llama " tinta que desaparece ", el legado de nuestra
civilizacion parece estar en gran risk.[44] El peligro parece estar creciendo de manera
exponencial , junto con el crecimiento de nuestras bases de conocimiento . El
problema se agrava aun mas por la velocidad de la aceleracion con la que se adopta
nuevas normas en las muchas capas de hardware y software que utilizamos para
almacenar informacion.
Hay otra valiosa repositorio de informacion almacenada en nuestro cerebro . Nuestros
recuerdos y habilidades, a pesar de que puede parecer que ser fugaz , si representan
informacion, codificada en grandes patrones de las concentraciones de
neurotransmisores, las conexiones interneuronales , y otros detalles pertinentes
neuronales . Esta informacion es la mas preciosa de todas, que es una razon de muerte
es tan tragico. Como ya hemos comentado , que en ultima instancia podran acceder ,
archivar permanentemente , asi como entender los miles de millones de millones de
bytes de informacion que hemos escondido en cada uno de nuestros cerebros .
Copia de nuestras mentes a otros medios plantea una serie de cuestiones filosoficas ,
que voy a discutir en el proximo capitulo , por ejemplo : ".Es que realmente me o
mas bien alguien que casualmente han dominado todos mis

pensamientos y
conocimientos ? " Independientemente de como resolver estos problemas, la idea de
capturar la informacion y los procesos de informacion en nuestro cerebro parece dar a
entender que nosotros (o por lo menos las entidades que actuan en gran medida como
lo hacemos nosotros) podria " vivir para siempre". Pero es que realmente la
implicacion ?
Durante millones de anos la longevidad de nuestro software mental ha sido
inexorablemente relacionado con la supervivencia de nuestro hardware biologica .
Ser capaz de capturar y reinstantiate todos los detalles de nuestros procesos de
informacion que de hecho separar estos dos aspectos de nuestra mortalidad . Pero
como hemos visto , el software en si mismo no necesariamente sobrevive para
siempre, y hay enormes obstaculos para su duradera mucho tiempo en absoluto .
Asi que si la informacion representa el archivo de un hombre sentimental, la
acumulacion de la base de conocimientos de la civilizacion humana - maquina , o los
archivos de la mente almacenados en nuestro cerebro , .que podemos concluir acerca
de la longevidad maxima de software? La respuesta es simplemente esto : La
informacion dura solo mientras alguien se preocupa por el. La conclusion que he
llegado a lo que se refiere a mi proyecto DAISI , despues de varias decadas de
cuidadosa consideracion, es que no existe un conjunto de estandares de software
existentes en la actualidad y el hardware , ni es probable que venga , que
proporcionara un nivel razonable de confianza de que la informacion almacenada
seguira siendo accesible (sin niveles excesivos de esfuerzo) decadas de now.45 la
unica manera de que mi archivo (o cualquier otra base de datos) puede permanecer

viable es si se actualiza y portado a lo ultimo en hardware y continuamente
estandares de software . Si un archivo permanece ignorado, en ultima instancia, llegar
a ser tan inaccesible como mi viejo PDP- 8 de ocho pulgadas disquetes.
Informacion continuara requiriendo mantenimiento y soporte a permanecer constante
"vivo". Si los datos o la sabiduria , la informacion va a sobrevivir solo si queremos
que lo haga. Por extension , solo podemos vivir para siempre y nos preocupamos por
nosotros mismos. Ya sabemos para controlar la enfermedad y el envejecimiento se
hace avanzar hasta el punto de que su actitud hacia su propia longevidad es ahora la
influencia mas importante en su salud a largo plazo.
Tesoro de nuestra civilizacion del conocimiento no simplemente sobrevivir por si
mismo. Continuamente debemos redescubrir , reinterpretar y volver a formatear el
legado de la cultura y la tecnologia que nuestros antepasados nos han conferido .
Toda esta informacion sera efimero si nadie se preocupa por ella. Traduccion nuestros
pensamientos Actualmente cableados en el software no necesariamente nos
proporcione la inmortalidad. Simplemente va a poner los medios para determinar el
tiempo que queremos que nuestras vidas y pensamientos para durar en nuestras
propias manos figurativas .
MOLLY 2004 : Asi que lo que estas diciendo es que yo soy solo un archivo?
MOLLY 2104: Bueno, no es un archivo estatico , sino una dinamica de archivos .
Pero .que quiere decir "justo" ? .Que podria ser mas importante?
MOLLY 2004 : Bueno, me tiro archivos fuera todo el tiempo, incluso las mas
dinamicas.
MOLLY 2104: No todos los archivos han sido creados iguales .
MOLLY 2004 : supongo que es verdad. Estaba devastado cuando perdi mi unica
copia de mi tesis de grado . Perdi seis meses de trabajo y tuvo que

empezar de nuevo.
MOLLY 2104: Ah , si , eso fue horrible. Lo recuerdo muy bien, a pesar de que fue
hace mas de un siglo. Fue devastador , ya que era una pequena parte de mi mismo .
Yo habia invertido mi pensamiento y la creatividad en ese archivo de la informacion.
Asi que pensar en lo valioso toda su - mi - acumulada pensamientos , experiencias ,
habilidades y la historia estan .

. . . sobre la guerra : la , robótica , robusta , tamaño reducido, de Realidad
Virtual Remoto Paradigma

Como armas se han convertido en mas inteligente , ha habido una marcada tendencia
hacia misiones mas precisos con menos bajas . Puede que no parezca de esa manera
cuando se ve junto a la tendencia a la cobertura de television de las noticias mas
detallada y realista. Las grandes batallas de las Guerras Mundiales I y II y la Guerra
de Corea , en la que decenas de miles de vidas se perdieron en el transcurso de unos
pocos dias , se registraron visualmente solo noticiarios granuladas ocasionales. Hoy
en dia , tenemos un asiento de primera fila para casi cada compromiso . Cada guerra
tiene sus complejidades , pero el movimiento general hacia la guerra de precision
inteligente es evidente al examinar el numero de victimas . Esta tendencia es similar a
lo que estamos empezando a ver en la medicina, donde las armas inteligentes contra
la enfermedad son capaces de realizar misiones especificas con muchos menos
efectos secundarios. La tendencia es similar para bajas colaterales , aunque no lo
parezca de esa manera de la cobertura mediatica contemporanea (recuerde que los
cerca de cincuenta millones de civiles murieron en la Segunda Guerra Mundial) .

EE.UU. Guerra muerto (representación logarítmica)

Yo soy uno de los cinco miembros del Grupo Asesor Cientifico del Ejercito (ASAG),

que asesora al Ejercito de los EE.UU. sobre las prioridades para la investigacion en
ciencias . A pesar de nuestras reuniones , deliberaciones y recomendaciones son
confidenciales , puedo compartir algunas direcciones tecnologicas globales que estan
siendo perseguidos por el ejercito y todas las fuerzas armadas de EE.UU. .
Dr. John A. Parmentola , director de investigacion y gestion de laboratorio para el
Ejercito de EE.UU. y el enlace a la ASAG , describe el departamento de proceso de
"transformacion " de Defensa como un movimiento hacia una fuerza armada que es "
muy sensible , centrada en la red , capaz de la decision rapida , superior en todos los
escalones , y [ofrecer] abrumadores efectos masiva a traves de cualquier campo de
batalla . " 46 Se describe el sistema de Combate futuro (FCS), actualmente en fase
de desarrollo y programado para lanzar en la segunda decada de este siglo , como
"mas pequeno , mas ligero , mas rapido, mas letales y mas inteligente . "
Se han previsto cambios dramaticos para los futuros despliegues de combate y la
tecnologia. Aunque los detalles pueden cambiar , el ejercito preve el despliegue de
Equipos de Combate de Brigada (BCT) de unos 2.500 soldados , sistemas roboticos
no tripulados y equipo FCS. Un solo BCT representaria aproximadamente 3.300
"plataformas ", cada una con sus propias capacidades computacionales inteligentes.
El BCT tendria un cuadro de operaciones comun (COP) del campo de batalla , lo
que se traduciria adecuadamente para que , con cada soldado recibir informacion a
traves de una variedad de medios , incluyendo la retina (y otras formas de " cabezas
arriba") y muestra , en la futura conexion neuronal y directa.
El objetivo del ejercito es ser capaz de desplegar un BCT en 96 horas y una division
completa en 120 horas . La carga para cada soldado , que ahora es

alrededor de cien
libras de equipo , inicialmente se reduce a traves de nuevos materiales y dispositivos
cuarenta libras, mientras que mejora drasticamente la eficacia . Algunos de los
equipos seria descargada a " mulas robot . "
Un nuevo material uniforme ha sido desarrollado usando una nueva forma de Kevlar
con nanoparticulas de silice en suspension en glicol de polietileno . El material es
flexible en su uso normal, pero cuando se hizo hincapie en que al instante se forma
una masa casi impenetrable que es resistente punalada . Instituto del Ejercito de
Nanotecnologias Soldado en el MIT esta desarrollando un material basado en
nanotecnologia llamado " exomuscle " para permitir que los combatientes de
aumentar en gran medida su fuerza fisica al manipular pesada equipment.47
El tanque Abrams tiene un record de supervivencia notable , con solo tres bajas en
combate en sus veinte anos de uso en combate . Este es el resultado de ambos
materiales armaduras avanzadas y de los sistemas inteligentes disenadas para derrotar
armas entrantes , tales como misiles . Sin embargo , el tanque pesa mas de setenta
toneladas , cifra que debera ser reducida de manera significativa a alcanzar los
objetivos de FCS para sistemas mas pequenos.
Se espera que los nuevos nanomateriales ligeros todavia ultrafuerte (tales como
plasticos combinados con nanotubos , que son cincuenta veces mas fuerte que el
acero) , asi como una mayor inteligencia de computadora para contrarrestar los
ataques de misiles , para reducir drasticamente el peso de los sistemas de combate en
tierra .
La tendencia hacia los vehiculos aereos no tripulados (DAV) , que se inicio con el
Predator armado en Afganistan y la reciente campana de Irak , se acelerara. La

investigacion del Ejercito incluye el desarrollo de micro- dias el tamano de las aves
que sean rapidos, precisos y capaces de realizar tanto misiones de reconocimiento y
combate. Incluso las DAV menor sea el tamano de los abejorros se preven . La
capacidad de navegacion de un abejorro actual, que se basa en una compleja
interaccion entre los sistemas de vision izquierdo y derecho , ha sido recientemente
ingenieria inversa y se aplicara a estas maquinas voladoras pequenas .
En el centro de la FCS es una auto- organizacion, la red de comunicaciones altamente
distribuida capaz de reunir informacion de cada soldado y cada pieza de equipo y, a
su vez proporcionar las pantallas y los archivos de informacion apropiados de nuevo
a cada participante humano y la maquina . No habra centros de comunicaciones
centralizadas que podrian ser vulnerables a un ataque hostil. La informacion sera
rapidamente ruta en torno a porciones danadas de la red. Una prioridad obvia es
desarrollar una tecnologia capaz de mantener la integridad de la comunicacion y la
prevencion de cualquier interceptacion o manipulacion de informacion por parte de
fuerzas hostiles . La misma tecnologia , seguridad de la informacion se aplica a
infiltrarse, perturbar , confundir o destruir las comunicaciones del enemigo a traves
de medios electronicos y la guerra cibernetica con patogenos de software.
El FCS no es un programa de una sola vez , sino que representa un enfoque
generalizado de sistemas militares hacia sistemas de forma remota guiadas ,
autonomo, miniaturizado y robotica , junto con la auto -organizacion , distribuidos y
comunicaciones seguras , robustas .
Proyecto Alfa los EE.UU. de Fuerzas Conjuntas del Comando (responsable de la
aceleracion de las ideas de transformacion a traves de las fuerzas

armadas) preve una
fuerza de combate de 2025 que " es en gran parte robotica ", la incorporacion de
combatientes autonomas tactico (TAC) que " tiene un cierto nivel de autonomia
autonomia ajustable o autonomia supervisada o la autonomia completa dentro…fuera
la mision. " [48] Los TAC estara disponible en una amplia gama de tamanos , que van
desde nanobots y microbots hasta grandes UAVs y otros vehiculos, asi como los
sistemas automatizados que pueden caminar por terrenos complejos. Un diseno
innovador esta siendo desarrollado por la NASA con aplicaciones militares previstos
esta en la forma de un snake.[49]
Uno de los programas que contribuyen a la decada de 2020 el concepto de autoorganizacion
de los enjambres de pequenos robots es la Red Inteligente Autonomos y
Sistemas (AINS) del programa de la Oficina de Investigacion Naval , que preve un
ejercito de drones no tripulados, los robots autonomos en el agua, en el suelo , y en el
aire . Los enjambres tendran comandantes humanos con mando descentralizado y el
control y lo que la cabeza del proyecto Allen Moshfegh llama a un "Internet
inexpugnable en el cielo. " [50]
Una amplia investigacion se va a disenar enjambre intelligence.[51] inteligencia de
enjambre se describe la forma que los comportamientos complejos pueden surgir de
un gran numero de agentes individuales, cada uno siguiendo relativamente simples
rules.[52] Enjambres de insectos son a menudo capaces de encontrar soluciones
inteligentes a problemas complejos, como el diseno de la arquitectura de la colonia , a
pesar del hecho de que ningun miembro de el enjambre posee las habilidades
requeridas .
DARPA anuncio en 2003 que un batallon de 120 militares robots (construido por IRobot,

una compania cofundada por el pionero de la robotica Rodney Brooks) iba a
ser equipado con el software de inteligencia de enjambre para que pueda imitar la
conducta organizada del insects.53 Como robotica sistemas se vuelven fisicamente
mas pequenos y mas grandes en numero, los principios de auto - organizacion de
inteligencia de enjambre desempenaran un papel cada vez mas importante.
Tambien se reconoce en el ejercito que los tiempos de desarrollo deben ser reducidos.
Historicamente, el periodo de tiempo tipico para proyectos militares para ir desde la
investigacion hasta la implementacion haya pasado mas de una decada. Sin embargo,
con la tasa de cambio de paradigma tecnologia que baja a la mitad cada decada , estos
tiempos de desarrollo necesitan para mantener el ritmo , ya que muchos sistemas de
armas ya son obsoletos en el momento en que lleguen al campo . Una forma de lograr
esto es desarrollar y probar nuevas armas mediante simulaciones , que permiten a los
sistemas de armas que se diseno, implemento y probo mucho mas rapido que los
metodos tradicionales de la construccion de prototipos y probarlos (a menudo
soplando hacia arriba) en el uso real .
Otra tendencia clave es trasladar al personal fuera de combate para mejorar las tasas
de supervivencia de los soldados. Esto se puede hacer al permitir que los seres
humanos para conducir y sistemas piloto remota. Tomando el piloto de un vehiculo le
permite tomar parte en las misiones de mayor riesgo y ser disenado para ser mucho
mas facil de manejar. Tambien permite que los dispositivos se vuelven muy pequenos
mediante la supresion de los amplios requisitos para sostener la vida humana. Los
generales estan avanzando aun mas lejos . Tommy Franks a cabo la guerra en
Afganistan desde su bunker en Qatar.

El polvo inteligente .
DARPA esta desarrollando dispositivos aun mas pequenos que las aves y los
abejorros llamado " polvo inteligente " - los sistemas de sensores complejos no
mucho mas grande que una cabeza de alfiler . Una vez plenamente desarrollado , los
enjambres de millones de estos dispositivos podrian ser dejados en el territorio
enemigo para proporcionar vigilancia muy detallada y, finalmente, apoyar misiones
de guerra ofensivo (por ejemplo , la liberacion de nanoarmas) . De alimentacion
para sistemas inteligentes de polvo sera proporcionado por las celulas de combustible
nanoingenieria , asi como por la conversion de la energia mecanica a partir de su
propio movimiento , el viento , y las corrientes termicas .
.Quieres encontrar un enemigo clave ? Necesidad de localizar armas ocultas ? Un
numero masivo de espias esencialmente invisibles podrian vigilar cada centimetro
cuadrado de territorio enemigo , identifique a cada persona (a traves de imagenes
termicas y electromagneticas , finalmente, las pruebas de ADN y otros medios), y
todas las armas e incluso llevar a cabo misiones de destruir objetivos enemigos .
Nanoarmas .
El siguiente paso mas alla de polvo inteligente sera basados en la nanotecnologia
armas , lo que hara obsoletas las armas de mayor tamano . La unica manera de que un
enemigo para contrarrestar una fuerza distribuida masivamente estara con su propia
nanotecnologia. Ademas , la mejora de nanodispositivos con la capacidad de autoreplicarse
ampliara sus capacidades, pero presenta graves peligros, un tema que
abordo en el capitulo 8 .
La nanotecnologia ya esta siendo aplicado a una amplia gama de funciones militares .
Estos incluyen recubrimientos nanotecnologicos para mejorar la armadura ,

laboratorios en un chip para la deteccion de agentes biologicos y quimicos rapida e
identificacion ; catalizadores nanometricos para descontaminar areas , materiales
inteligentes que pueden reestructurarse para diferentes situaciones ; nanoparticulas
biocidas incorporados en uniformes para reducir la infeccion de las heridas;
nanotubos combinados con plastico para crear materiales muy fuertes , y los
materiales de auto-sanacion . Por ejemplo , la Universidad de Illinois ha desarrollado
plasticos de autocuracion que incorporan microesferas de monomeros liquidos y un
catalizador en una matriz de plastico , cuando aparece una grieta , la ruptura
microesferas , automaticamente el sellado de la crack.[54]

Armas inteligentes.

Ya hemos pasado de los misiles lanzados mudos con la esperanza de que van a
encontrar sus objetivos de misiles de crucero inteligentes que utilizan el
reconocimiento de patrones para hacer miles de decisiones tacticas por su cuenta. Las
balas , sin embargo , se han mantenido esencialmente pequenos misiles tontos , y les
proporciona una medida de la inteligencia es otro de los objetivos militares.

Como armas militares se hacen mas pequenos en tamano y mas grande en numero, no
sera deseable o factible mantener el control humano sobre cada dispositivo . Por lo
tanto aumentar el nivel de control autonomo es otro objetivo importante. Una vez que
la inteligencia artificial se pone al dia con la inteligencia humana biologica , muchos
mas sistemas seran plenamente autonoma.

VR .

Entornos de realidad virtual ya se utilizan para controlar remotamente los sistemas de
guiado , tales como la Fuerza Aerea de EE.UU. Fuerzas Armadas Predator UAV.[55]

Incluso si un soldado se encuentra dentro de un sistema de armas (por ejemplo, un

tanque Abrams) , no lo esperamos o ella con tan solo mirar por la ventana para ver lo
que esta pasando. Se necesitan entornos de realidad virtual para ofrecer una vision del
entorno actual y permitir un control eficaz. Comandantes Humanos a cargo de las
armas enjambre tambien precisan un entorno de realidad virtual especializados para
visualizar la compleja informacion que estos sistemas distribuidos estan recogiendo .
A finales de la decada de 2030 y la decada de 2040 , cuando nos acercamos a la
version 3.0 del cuerpo humano y el predominio de la inteligencia no biologica , el
tema de la guerra cibernetica se movera al centro del escenario. Cuando todo este
informacion, la capacidad de controlar su propia informacion e interrumpir la
comunicacion de su enemigo , el mando y el control sera un factor determinante del
exito militar .

. . . en el aprendizaje

La ciencia es conocimiento organizado . La sabiduria es vida organizada .
- Immanuel Kant (1724-1804)

La mayoria de la educacion en el mundo de hoy , incluso en las comunidades mas
ricas , no ha cambiado mucho desde el modelo ofrecido por las escuelas monasticas
de la Europa del siglo XIV . Las escuelas siguen siendo instituciones altamente
centralizadas construidas sobre los escasos recursos de los edificios y los profesores.
La calidad de la educacion tambien varia enormemente, dependiendo de la riqueza de
la comunidad local (la tradicion estadounidense de financiar la educacion de los
impuestos de propiedad agrava claramente la desigualdad) , contribuyendo asi a la
se / no se divida .
Al igual que con todas las otras instituciones que en ultima instancia avanzar hacia un
sistema educativo descentralizado en el que cada persona va a tener acceso a los

conocimientos de mas alta calidad y la instruccion. Ahora estamos en las primeras
etapas de esta transformacion , pero ya la llegada de la disponibilidad de un amplio
conocimiento en la Web, los motores de busqueda utiles y de alta calidad abierto Web
de cursos e instruccion asistida por computadora cada vez mas eficaz proporcionamos
acceso generalizado y barato educacion.
La mayoria de las universidades ofrecen ahora cursos extensivos en linea, muchos de
los cuales son gratuitos . Iniciativa OpenCourseWare (OCW) del MIT ha sido un
lider en este esfuerzo. MIT ofrece novecientos de sus cursos de la mitad de todos sus
cursos que se ofrecen , de forma gratuita en el Web.56 Estos ya han tenido un gran
impacto en la educacion en todo el mundo . Por ejemplo , Brigitte Bouissou escribe: "
Como profesor de matematicas en Francia , quiero dar las gracias a MIT para ...
[estos] conferencias muy lucidos , que son de gran ayuda para la preparacion de mis
clases. " Sajid Latif , un educador en Pakistan, ha integrado los cursos del MIT OCW
en su propio plan de estudios. Sus estudiantes paquistanies asisten regularmente a
clases casi - MIT como una parte sustancial de sus MIT education.57 pretende tener a
todos de sus cursos en linea y la fuente abierta (es decir , de forma gratuita para uso
no comercial) por 2007 .
El ejercito de EE.UU. ya se lleva a cabo la totalidad de su formacion no fisico usando
la instruccion basada en la Web . El acceso , de bajo costo , y cada vez mas de alta
calidad de cursos disponibles en la web tambien esta impulsando una tendencia hacia
la educacion en el hogar .
El costo de la infraestructura para la comunicacion basada en Internet audiovisual de
alta calidad sigue disminuyendo rapidamente, a una tasa de alrededor del 50 por
ciento al ano , como ya comentamos en el capitulo 2 . A finales de

la decada sera
factible para las regiones subdesarrolladas del mundo para ofrecer un acceso muy
bajo costo para la instruccion de alta calidad para todos los grados de preescolar hasta
los estudios de doctorado . El acceso a la educacion ya no sera restringido por la falta
de disponibilidad de profesores capacitados en cada ciudad y pueblo .
Como ensenanza asistida por computadora (CAL) se vuelve mas inteligente la
capacidad de individualizar la experiencia de aprendizaje de cada alumno mejorara en
gran medida . Las nuevas generaciones de software educativo son capaces de modelar
los puntos fuertes y debiles de cada alumno y el desarrollo de estrategias para
centrarse en la problematica de cada alumno. Una compania que funde , Kurzweil
Educational Systems , ofrece software que se utiliza en decenas de miles de escuelas
por los estudiantes con discapacidades de lectura para acceder a los materiales
impresos comunes y mejorar su lectura skills.[58]
Debido a las limitaciones de ancho de banda actuales y la falta de pantallas
tridimensionales eficaces, el entorno virtual ha ofrecido hoy a traves del acceso Web
rutina aun no competir plenamente con el "estar ahi ", pero eso va a cambiar. En la
primera parte de la segunda decada de este siglo visual - auditivo entornos de realidad
virtual seran inmersion completa , de muy alta resolucion , y muy convincente. La
mayoria de los colegios se seguir el ejemplo de MIT , y los estudiantes asistir a clases
cada vez mas virtual. Entornos virtuales proporcionaran laboratorios de alta calidad
virtuales donde los experimentos se pueden realizar en la quimica, la fisica nuclear, o
cualquier otro campo cientifico. Los estudiantes seran capaces de interactuar con un
Thomas Jefferson virtual o Thomas Edison o incluso para convertirse en un Thomas

Jefferson virtuales . Las clases estaran disponibles para todos los grados en muchos
idiomas. Los dispositivos necesarios para entrar en estas aulas virtuales de alta
calidad, de alta resolucion estaran ubicuo y asequible , incluso en los paises del tercer
mundo. Los estudiantes de cualquier edad, desde ninos pequenos hasta adultos ,
podran tener acceso a la mejor educacion del mundo en cualquier momento y desde
cualquier lugar .
La naturaleza de la educacion va a cambiar una vez mas cuando nos fusionamos con
la inteligencia no biologica . Entonces tendremos la posibilidad de descargar los
conocimientos y habilidades , por lo menos en la parte no biologica de nuestra
inteligencia . Nuestras maquinas hacen rutinariamente hoy. Si usted desea dar a sus
habilidades de tecnologia de ultima generacion de portatiles en el habla o el
reconocimiento de caracteres , traduccion de idiomas , o busquedas en Internet , el
equipo solo tiene que descargar rapidamente los patrones de la derecha (el
software) . Aun no tenemos puertos de comunicacion comparables en nuestros
cerebros biologicos para descargar rapidamente la conexion interneuronal y los
patrones de neurotransmisores que representan nuestro aprendizaje. Esa es una de las
muchas limitaciones profundas del paradigma biologico que ahora utilizamos para
nuestra forma de pensar , una limitacion que sera superada en la Singularidad .

. . . sobre el trabajo

Si cada instrumento podria llevar a cabo su propio trabajo , obedeciendo o
anticipandose a la voluntad de otros , si el transbordador podria tejer , y la seleccion
tocar la lira , sin una mano que los guie , los obreros principales no necesitarian
sirvientes ni esclavos amos. - ARISTOTELES
Antes de la invencion de la escritura , casi todos los vision estaba

pasando por
primera vez (al menos para el conocimiento de los pequenos grupos de seres
humanos implicados) . Cuando usted esta en el principio, todo es nuevo. En nuestra
era , casi todo lo que hacemos en las artes se hace con el conocimiento de lo que se
ha hecho antes y antes. En la era post- humano temprano , las cosas van a ser nuevo
otra vez porque todo lo que requiere mayor habilidad humana no se ha realizado por
Homero o da Vinci o Shakespeare.
VERNOR V - 59
Ahora parte de [mi conciencia] vidas en Internet y parece quedarse alli todo el
tiempo .... Un estudiante puede tener un libro de texto abierto. La television esta
encendida con el sonido apagado .... Tienen musica en los auriculares ... hay una
ventana de la tarea, junto con el correo electronico y la mensajeria instantanea .... Un
estudiante multitarea prefiere el mundo online al mundo cara a cara. "La vida real ",
dijo , "es solo una ventana mas".
- CHRISTINE BOESE , INFORMES SOBRE LOS RESULTADOS POR MIT PROFESOR DE JEREZ 60 URKLE
En 1651 Thomas Hobbes describe " la vida del hombre " como " solitaria, pobre ,
desagradable, brutal y corta ". 61 Esta fue una evaluacion justa de la vida en el
momento , pero nos han superado en gran medida esta dura caracterizacion a traves
de los avances tecnologicos, en menos en el mundo desarrollado. Incluso en los
paises subdesarrollados la esperanza de vida rezagos solo ligeramente por detras .
Tecnologia tipicamente comienza con productos inasequibles que no funcionan muy
bien , seguido por las versiones caras que funcionan un poco mejor, y luego por los
productos baratos que funcionan razonablemente bien. Por ultimo, la tecnologia se
vuelve muy eficaz, en todas partes, y casi gratis. Radio y television siguio este patron,

al igual que el telefono celular . Acceso Web contemporanea es el bajo costo y trabajo
- razonablemente bien el escenario.
Hoy en dia el retraso entre la adopcion temprana y tardia es alrededor de una decada ,
pero de acuerdo con la duplicacion de la tasa de cambio de paradigma cada decada ,
este retraso sera solo de unos cinco anos a mediados de la segunda decada y solo un
par de anos en A mediados de los anos 2020 . Dado el enorme potencial de creacion
de riqueza de las tecnologias GNR , veremos la underclass desaparecer en gran
medida en las proximas dos o tres decadas (vease la discusion del informe del Banco
Mundial de 2004 en los capitulos 2 y 9) . Esta evolucion es probable que se cumpla ,
sin embargo , con el aumento de la reaccion fundamentalista y ludita a la aceleracion
del cambio .
Con el advenimiento de la fabricacion MNT basada en el costo de hacer cualquier
producto fisico se reduce a unos pocos centavos por libra , mas el costo de la
informacion para guiar el proceso , este ultimo representa el valor real. Ya no estamos
tan lejos de esta realidad , los procesos basados en software guian cada paso de la
fabricacion de hoy en dia, desde el diseno y la adquisicion de materiales para montaje
en fabricas automatizadas. La parte del costo de un producto manufacturado
atribuible a los procesos de informacion utilizadas para la creacion varia de una
categoria de producto a otro , pero es cada vez mayor en todos los ambitos , se acerca
rapidamente el 100 por ciento . A finales de la decada de 2020 el valor de
practicamente todos los productos- ropa, comida , energia, y por supuesto, la
electronica - seran casi en su totalidad en su informacion. Como es el caso hoy en dia,
las versiones propietarias y de codigo abierto de todo tipo de productos y servicios

que van a coexistir.

Propiedad Intelectual.

Si el valor principal de los productos y servicios reside en la informacion, la proteccion de los derechos de informacion sera fundamental para apoyar los modelos de negocio que proporcionan el capital para financiar la creacion de informacion valiosa . Las escaramuzas de hoy en la industria del entretenimiento sobre la descarga ilegal de musica y peliculas son un presagio de lo que sera una lucha profunda , una vez que esencialmente todo lo de valor se compone de informacion. Claramente, los modelos de negocios existentes o nuevas que permitan la creacion de valor de la propiedad intelectual (IP) deben ser protegidos, de lo contrario el suministro de IP este amenazada . Sin embargo , la presion de la facilidad de copiar la informacion es una realidad que no va a desaparecer , por lo que la industria se vera afectada si no mantienen sus modelos de negocio en linea con las expectativas del publico .

En la musica , por ejemplo , en lugar de ejercer un liderazgo con nuevos paradigmas , la industria discografica pegada rigidamente (hasta hace poco) con la idea de un album de discos caros, un modelo de negocio que se ha mantenido sin cambios desde el momento en que mi padre era un joven , luchando musico en la decada de 1940 .

El publico podra evitar la pirateria a gran escala de servicios de informacion solo si los precios comerciales se mantienen a lo que se percibe como un nivel razonable. El sector de la telefonia movil es un excelente ejemplo de una industria que no ha invitado a la pirateria rampante. El coste de las llamadas de telefonos celulares se ha reducido rapidamente con la mejora de la tecnologia. Si la industria de telefonia movil ha mantenido los tipos que hacen escala en el nivel en que estaban cuando yo

era un nino (un momento en que las personas se redujo lo que estaban haciendo en
las raras ocasiones en que alguien llama a larga distancia) , estariamos viendo
pirateria comparable de celulas llamadas telefonicas , lo cual es tecnicamente mas
dificil que la pirateria de musica . Pero hacer trampa en las llamadas de telefonos
celulares es ampliamente considerado como una conducta criminal, en gran parte
debido a la percepcion general de que los gastos de telefonia movil son las adecuadas.
Modelos de negocio IP invariablemente existen en el borde de cambio . Las peliculas
han sido dificiles de descarga debido a su gran tamano del archivo , pero que se esta
convirtiendo rapidamente en un problema menor . La industria del cine tiene que
llevar la carga hacia las nuevas normas , como las peliculas de alta definicion en la
demanda . Los musicos suelen hacer la mayor parte de su dinero con actuaciones en
directo , pero ese modelo tambien atacado a principios de la proxima decada , cuando
tengamos la realidad virtual de inmersion total . Cada sector tendra que reinventar
continuamente sus modelos de negocio , que requerira tanto la creatividad como la
creacion de la misma IP .
La primera revolucion industrial amplio el alcance de nuestros cuerpos, y la segunda
esta ampliando el alcance de nuestras mentes. Como ya he mencionado , el empleo en
las fabricas y las granjas ha pasado de 60 por ciento al 6 por ciento en Estados Unidos
en el siglo pasado. Durante el proximo par de decadas, practicamente todos los fisicos
de rutina y trabajo mental sera automatizado . Computacion y la comunicacion no se
refieren a productos diferenciados , como los dispositivos de mano , pero sera una red
continua de los recursos inteligentes que estan a nuestro alrededor . Ya obra mas
contemporanea esta involucrado en la creacion y promocion de la

propiedad
intelectual de una forma u otra , asi como los servicios personales directos de una
persona a otra (salud, aptitud, educacion , etc .) Estas tendencias continuaran con la
creacion de propiedad intelectual , incluyendo todos nuestros artistica , social ,
cientifico y la creatividad , y se mejorara en gran medida por la expansion de nuestro
intelecto a traves de la fusion con la inteligencia no biologica . Los servicios
personales se moveran en gran medida a los ambientes de realidad virtual , sobre todo
cuando la realidad virtual comienza a abarcar a todos los sentidos.

Descentralización .

Las proximas decadas veran una tendencia importante hacia la descentralizacion .
Hoy tenemos plantas de energia altamente centralizadas y vulnerables y utilizamos
los barcos y las lineas de combustible para el transporte de energia. El advenimiento
de las pilas de combustible nanoingenieria y la energia solar permitira a los recursos
energeticos que se distribuyen masivamente y se integran en nuestra infraestructura.
Fabricacion MNT sera altamente distribuida utilizando minifabricas nanofabricacion
baratos. La capacidad de hacer casi cualquier cosa con cualquier persona desde
cualquier lugar en cualquier entorno de realidad virtual hara obsoletas las tecnologias
centralizadas de edificios de oficinas y ciudades.
Con la version 3.0 los organismos capaces de transformarse en diferentes formas a
voluntad y nuestro cerebro en gran medida no biologicos Ya no esta limitado a la
arquitectura limitada que la biologia nos ha dado , la cuestion de lo humano se
sometera a un minucioso examen . Cada transformacion descrita aqui no representa
un salto repentino , sino una secuencia de muchos pasos pequenos . A pesar de la
rapidez con que se estan tomando estas medidas esta acelerando , la aceptacion

general sigue generalmente rapidamente. Considere la posibilidad de nuevas
tecnologias reproductivas como la fertilizacion in vitro , que eran controversial al
principio, pero rapidamente se convirtio en ampliamente utilizado y aceptado. Por
otro lado, el cambio siempre produce contraataques fundamentalistas y ludita , que se
intensificara a medida que el ritmo de cambio se incrementa. Pero a pesar de aparente
controversia , los beneficios abrumadores para la salud humana , la riqueza , la
expresion , la creatividad y el conocimiento se convierten rapidamente evidente .

. . . clic en Reproducir

La tecnologia es una forma de organizar el universo para que las personas no tienen
que experimentarlo. - Max Frisch , HOMO FABER

La vida es una aventura atrevida o nada - Helen Keller

El juego es mas que otra version de la obra y tiene un papel fundamental en la
creacion humana del conocimiento en todas sus formas . Un nino que juega con
munecas y bloques va adquiriendo conocimientos esencialmente mediante la creacion
a traves de su propia experiencia. La gente que juega con movimientos de baile estan
comprometidos en un proceso de creacion colaborativa (considere a los ninos en
esquinas de las calles en los barrios mas pobres de la nacion que creo el break dance ,
que puso en marcha el movimiento hip- hop) . Einstein dejo a un lado su trabajo para
la oficina suiza de patentes y participo en experimentos de la mente juguetona, lo que
resulta en la creacion de sus teorias perdurables de la relatividad especial y general.

Si la guerra es el padre de la invencion, a continuacion, el juego es su madre.

Ya no hay una distincion clara entre los cada vez mas sofisticados juegos de video y
software educativo . The Sims 2, un juego lanzado en septiembre de 2004, utiliza
caracteres AI basados en que tienen sus propias motivaciones e

intenciones. Sin
guiones preparados los personajes se comportan de manera impredecible, con la linea
de la historia que surge de sus interacciones. Aunque se considera un juego, que
ofrece a los jugadores conocimientos sobre desarrollo de la conciencia social. Del
mismo modo los juegos que simulan los deportes con el juego cada vez mas realista
imparten habilidades y la comprension .
Por la decada de 2020 , la realidad virtual de inmersion total sera un gran patio de
recreo de los entornos y experiencias convincentes . Inicialmente VR tendra ciertas
ventajas en terminos de permitir la comunicacion con los demas en la participacion
maneras a traves de largas distancias y con una gran variedad de ambientes entre los
que elegir . A pesar de los entornos no seran totalmente convincente a primera , a
finales de 2020 seran indistinguibles de la realidad real y participaran todos los
sentidos , asi como las correlaciones neurologicas de nuestras emociones. Al entrar en
la decada de 2030 no habra una clara distincion entre el ser humano y la maquina,
entre la realidad real y virtual, o entre el trabajo y el juego.

. . . en el destino inteligente del Cosmos : ¿Por qué es probable que estemos solos en el universo

El universo no solo es mas extrano de lo que suponemos, sino mas extrano de lo que
podemos suponer. -J . B. S. HALDANE

.Que esta haciendo el universo cuestionarse a traves de uno de sus productos mas
pequenos ? -D . E. JENKINS , teologo anglicano

.Que es la computacion universo? Por lo que sabemos , no se esta produciendo una
respuesta a una sola pregunta .... En cambio, el universo esta calculando si . Funciona
con software Modelo Estandar , el universo se calcula campos cuanticos , los
productos quimicos , las bacterias, los seres humanos , las estrellas y las galaxias.

Como se calcula , que traza su propia geometria del espacio-tiempo a la maxima
permitida por las leyes de la fisica precisa. Calculo es la existencia.
- SETH LLOYD Y Y. JACK N [62]
Nuestra vision ingenua del cosmos , que se remonta a los dias pre - copernicana , era
que la Tierra era el centro del universo y de la inteligencia humana su regalo mas
grande (despues de Dios) . La vista reciente mas informado es que, incluso si la
probabilidad de una estrella esta teniendo un planeta con una especie de tecnologia
que crean es muy baja (por ejemplo, una en un millon) , hay tantas estrellas (es
decir, miles de millones de millones de millones de ellos), que no estan obligados a
ser muchos (miles de millones o billones) con tecnologia avanzada.
Esta es la vista detras de SETI , la Busqueda de Inteligencia Extraterrestre , y es el
punto de vista informado comun hoy en dia . Sin embargo , hay razones para dudar de
la " hipotesis de SETI " que ETI es frecuente.
En primer lugar , tenga en cuenta la opinion comun de SETI. Las interpretaciones
comunes de la ecuacion de Drake (ver abajo) llegan a la conclusion de que hay
muchos (como en miles de millones) de ETL en el universo , miles o millones en
nuestra galaxia. Hemos examinado solo una pequena porcion de la pajar (el
universo), por lo que nuestro fracaso hasta la fecha para encontrar la aguja (una senal
de ETI) no debe ser considerado desalentador. Nuestros esfuerzos para explorar el
pajar estan ampliando .
El siguiente diagrama de Sky & Telescope ilustra el alcance del proyecto SETI
trazando la capacidad de los diversos esfuerzos de exploracion en contra de tres
parametros principales : distancia de la Tierra , la frecuencia de transmision, y la
fraccion de la sky.[63]
(diagrama, se explica por el texto que lo rodea)

La parcela incluye dos sistemas futuros. El Allen Telescope Array, llamado asi por el
cofundador de Microsoft Paul Allen, se basa en el uso de muchos platos de escaneo
pequenos en lugar de uno o un pequeno numero de grandes platos , con treinta y dos
de los platos programados para estar en linea en todo su 2005.When 350 platos estan
en funcionamiento (proyectado en 2008) , sera equivalente a un plato de 2 . acres
(10.000 metros cuadrados). Sera capaz de escuchar hasta a 100 millones de canales
de frecuencia simultaneamente , y capaz de cubrir todo el espectro de las microondas.
Una de sus tareas sera destinado para escanear millones de estrellas en nuestra
galaxia. El proyecto se basa en la computacion inteligente que puede extraer las
senales muy precisas de muchas de bajo costo dishes.[64]
La Universidad Estatal de Ohio esta construyendo el sistema de busqueda
omnidireccional , que se basa en la computacion inteligente para interpretar las
senales de una gran variedad de antenas simples. Utilizando los principios de la
interferometria (el estudio de como las senales interfieren entre si) , una imagen de
alta resolucion de todo el cielo se puede calcular a partir de la antena data.[65] Otros
proyectos se estan expandiendo la gama de frecuencia electromagnetica , por
ejemplo, para explorar la infrarrojos y opticos ranges.[66]
Hay otros seis parametros , ademas de los tres que se muestran en la tabla de la
pagina anterior - para ejemplo , la polarizacion (el plano del frente de onda en
relacion a la direccion de las ondas electromagneticas) . Una de las conclusiones que
podemos extraer de la grafica anterior es que solo muy finas rebanadas de este "
espacio de parametros " de nueve dimensiones han sido exploradas por SETI. Por lo
tanto, segun este razonamiento , no debemos sorprendernos de que todavia no hemos

descubierto evidencia de una inteligencia extraterrestre .
Sin embargo , no solo estamos buscando una sola aguja . En base a la ley de los
retornos acelerados , una vez que una ETI alcanza tecnologias mecanicas primitivas ,
que esta a solo un par de siglos antes de llegar a la gran capacidad que he proyectado
para el siglo XXII en la Tierra. Astronomo ruso NS Kardashev describe una
civilizacion " Tipo II" como uno que ha aprovechado el poder de su estrella para la
comunicacion con la radiacion electromagnetica
(aproximadamente 4 o 1026 watts ,
en base a nuestro sol) .[67] Segun mis proyecciones (vease el capitulo 3) , nuestra
civilizacion alcanzara ese nivel en el siglo XXII . Dado que el nivel de desarrollo
tecnologico de las muchas civilizaciones proyectadas por muchos teoricos de SETI
debe extenderse a lo largo de extensos periodos de tiempo , no debe haber muchos en
gran medida por delante de nosotros. Asi que debe haber muchas civilizaciones de
tipo II. De hecho , ha habido tiempo suficiente para que algunas de estas
civilizaciones que han colonizado las galaxias y lograr de Kardashev Tipo III : una
civilizacion que ha aprovechado la energia de la galaxia
(aproximadamente 4 o 1037
watts , con base en nuestra galaxia) . Incluso una sola civilizacion avanzada debe ser
emisores de miles de millones o billones de "agujas" , es decir , las transmisiones que
representan a un gran numero de puntos en el espacio de parametros SETI como
artefactos y efectos secundarios de los procesos de informacion innumerables.
Incluso con las rebanadas finas del espacio de parametros escaneados por el proyecto
SETI hasta la fecha, que seria dificil que se pierda una civilizacion de tipo II , por no
hablar de un tipo III . Si luego factor en la expectativa de que debe haber un gran
numero de estas civilizaciones avanzadas , es extrano que no los

hemos visto. Esa es
la paradoja de Fermi.

La Ecuación de Drake.

La busqueda SETI ha estado motivada en gran parte por la ecuacion del astronomo
Frank Drake 1961 para estimar el numero de inteligente (o , mas precisamente , de
transmision por radio) civilizaciones en nuestra galaxy.[68]. (Presumiblemente, el
mismo analisis podria pertenecer a otras galaxias) Tenga en cuenta la hipotesis de
SETI desde la perspectiva de la formula de Drake , que establece:
El numero de radio-ransmision civilizaciones = $N \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times f_L$

donde:

N = el numero de estrellas en la galaxia de la Via Lactea. Las estimaciones actuales
son alrededor de 100 mil millones (10_{11}).

f_p = la fraccion de estrellas que se orbitan planetas. Las estimaciones actuales van
desde alrededor de 20 % a 50 % .

n_e : Por cada estrella con planetas en orbita , .cual es el numero promedio de planetas
capaces de albergar vida ? Este factor es muy controvertida . Algunas estimaciones
son uno o mas alto (es decir, cada estrella con planetas tiene , en promedio, al menos
un planeta que pueda sostener la vida) a factores mucho mas bajos , tales como uno
en mil o incluso menos .

f_i : Para cada planeta en el que se desarrolla la vida , .cual es la fraccion en la que
evoluciona vida inteligente ? fl y fi son los factores mas controvertidos en la ecuacion
de Drake. Una vez mas , las estimaciones van de casi 100 por ciento (es decir, una
vez que la vida se vuelve un punto de apoyo , la vida inteligente es asegurarse de
seguir) a cerca del 0 por ciento (es decir, la vida inteligente es muy raro) .

f_l = Para los planetas capaces de albergar vida , por lo que parte de ellos hace la vida
realmente evolucionar ? Las estimaciones son allover el mapa , a partir de

aproximadamente el 100 por ciento a aproximadamente 0 por ciento .
f_c = Para cada planeta con vida inteligente , .cual es la fraccion que se comunica con
las ondas de radio ? Las estimaciones para fc tienden a ser mas altos que para fl y fi ,
basado en el razonamiento (sensible) que una vez que una especie inteligente , es
probable que el descubrimiento y el uso de la comunicacion por radio .
f_L = la fraccion de la vida del universo en el que una civilizacion comunicarse media
se comunica con la radio waves.[69] Si tomamos nuestra civilizacion como un ejemplo,
hemos estado en comunicacion con las transmisiones de radio de unos cien anos de
los cerca de diez a veinte mil millones de anos de historia del universo , por lo que fL
para la Tierra es de aproximadamente 10-8 hasta el momento. Si continuamos la
comunicacion con ondas de radio para, por ejemplo , otros 900 anos , el factor seria
entonces 10^{-7}. Este factor se ve afectada por una serie de consideraciones . Si una
civilizacion se destruye debido a es incapaz de manejar el poder destructivo de las
tecnologias que pueden tender a desarrollar , junto con la comunicacion de radio
(como la fusion nuclear o la nanotecnologia de auto -replicantes), entonces las
transmisiones de radio cesarian . Hemos visto las civilizaciones de la Tierra (los
mayas , por ejemplo) de repente terminar sus sociedades organizadas y actividades
cientificas (aunque preradio) . Por otro lado, parece poco probable que cada
civilizacion seria terminar de esta manera , es probable que sea solo un factor
modesto en la reduccion del numero de de radio con capacidad de destruccion
civilizaciones tan repentino .
Un problema mas sobresaliente es que de civilizaciones progresan de
electromagnetico (es decir , la radio) transmisiones a los medios

mas capaces de
comunicar. Aqui en la Tierra nos estamos moviendo rapidamente de las transmisiones
de radio a los cables , utilizando cable y fibra optica para la comunicacion a larga
distancia. Asi que pese a los enormes aumentos de ancho de banda global de
comunicacion , la cantidad de informacion electromagnetica enviado al espacio desde
nuestro planeta, sin embargo, ha mantenido bastante estable durante la ultima decada.
En cambio si tenemos medios de comunicacion inalambrica (por ejemplo , los
telefonos celulares y los nuevos protocolos de Internet inalambricos, como el
estandar WiMAX emergentes) aumentando. En lugar de cables de uso, la
comunicacion puede depender exotica medios, tales como las ondas de gravedad . Sin
embargo , incluso en este caso, si bien se entiende la electromagnetica de la
comunicacion ya no puede ser la vanguardia de la tecnologia de la comunicacion de
un ETL, es probable que continue a ser utilizado por lo menos algunas aplicaciones
(en todo caso, f_L tiene en cuenta la posibilidad de que una civilizacion se detendria
tales transmisiones) .
Es claro que la ecuacion de Drake contiene muchos imponderables . Muchos
defensores del SETI que lo han estudiado cuidadosamente argumentan que implica
que debe haber un numero significativo de radio- transmision civilizaciones en
nuestra galaxia . Por ejemplo , si asumimos que el 50 por ciento de las estrellas tienen
planetas (fp = 0.5), que cada una de estas estrellas tiene un promedio de dos planetas
capaz de mantener la vida (ne = 2), que en medio de estos la vida planetas en
realidad ha evolucionado (fl = 0,5) , que la mitad de estos planetas ha evolucionado
la vida inteligente (fi = 0,5) , que la mitad de ellos son capaces de radio - (FC =

0,5) , y que la civilizacion de radio con capacidad media ha sido difusion por un
millon de anos (fL = 4.10) , la ecuacion de Drake nos dice que hay 1.250.000
civilizaciones de radio con capacidad de nuestra galaxia. Por ejemplo, astronomo del
Instituto SETI , Seth Shostak , estima que hay diez mil a un millon de planetas en la
Via Lactea que contiene una radiodifusion civilization.[70]
Carl Sagan estimo en torno a un millon en la galaxia, y Drake estima alrededor de las
diez thousand.[71]
Sin embargo, los parametros anteriores son sin duda muy alta . Si hacemos
suposiciones mas conservadoras de la dificultad de la evolucion de la vida y de la
vida inteligente en particular , se obtiene un resultado muy diferente . Si asumimos
que el 50 por ciento de las estrellas tienen planetas (fp = 0,5) , que solo una decima
parte de estas estrellas tienen planetas capaces de sostener la vida (ne = 0,1 sobre la
base de la observacion de que las condiciones de vida de apoyo no son tan
prevalente), que en 1 por ciento de estos planetas en realidad la vida ha evolucionado
(fl = 0,01 sobre la base de la dificultad de la vida a partir de una planeta) , que 5 por
ciento de estos planetas con vida en evolucion han evolucionado la vida inteligente
(fi = 0,05 , basado en el muy largo periodo de tiempo este tomo en la Tierra) , que la
mitad de ellos son capaces de radio - (FC = 0,5) , y que la civilizacion de radio con
capacidad promedio ha estado transmitiendo durante diez mil anos (fL = 10-6) , la
ecuacion de Drake nos dice que no se trata de una (1,25 para ser exactos) de radio
con capacidad de civilizacion en la Via Lactea. Y ya sabemos de uno.
Al final , es dificil hacer un argumento de peso a favor o en contra de ETI sobre la
base de esta ecuacion. Si la formula de Drake nos dice algo, es la extrema

incertidumbre de nuestras estimaciones. Lo que si sabemos , por ahora, sin embargo,
es que el cosmos parece no dice nada - que hemos detectado ninguna evidencia
convincente de las transmisiones de la ETI. El supuesto detras de SETI es que la vida
inteligente y la vida es tan frecuente que debe haber millones, si no miles de millones
de radios con capacidad de civilizaciones en el universo (o por lo menos dentro de
nuestra esfera de luz , que se refiere a las civilizaciones de radiodifusion que
enviaban ondas de radio lo suficientemente temprano para llegar a la Tierra por hoy) .
Ni uno solo de ellos , sin embargo , se ha hecho evidente que nuestros esfuerzos de
SETI hasta el momento. Asi que vamos a considerar la hipotesis de SETI basica sobre
el numero de radios con capacidad de civilizaciones desde la perspectiva de la ley de
los retornos acelerados . Como ya hemos comentado , un proceso evolutivo acelera
intrinsecamente . Por otra parte , la evolucion de la tecnologia es mucho mas rapido
que el proceso evolutivo relativamente lento que da lugar a una especie tecnologia -
creando en primer lugar . En nuestro caso, hemos pasado de un pre - electricidad, la
sociedad computerless que los caballos utilizados como el mas rapido de transporte
terrestre a las tecnologias informaticas y de comunicaciones sofisticados que tenemos
hoy en solo 200 anos . Mis proyecciones muestran , como ya se senalo, que dentro de
un siglo nos multiplicaremos nuestra inteligencia por trillones de trillones . Tan solo
300 anos habra sido necesario que nos llevara desde los primeros indicios de las
tecnologias mecanicas primitivas a una gran expansion de nuestra inteligencia y
capacidad de comunicacion. Por lo tanto , una vez que crea una especie de electronica
y tecnologia suficientemente avanzada para transmisiones de radio del haz , es solo

cuestion de un numero modesto de los siglos para que se expanda enormemente los
poderes de su inteligencia.
Los tres siglos esto ha tenido en la Tierra es un muy breve periodo de tiempo en una
escala cosmologica , dado que la edad del universo se estima en trece-catorce mil
millones years.72 Mi modelo implica que una vez que una civilizacion 348 alcanza
nuestro nivel de transmision por radio , no lleva mas de un siglo - dos a lo sumo - de
lograr una civilizacion de tipo II . Si aceptamos la hipotesis de SETI subyacente que
hay muchos miles, si no millones, de la radio con capacidad de civilizaciones en
nuestra galaxia - y por lo tanto miles de millones dentro de nuestra esfera de luz en el
universo, estas civilizaciones debe existir en diferentes etapas a lo largo de millones
de anos de desarrollo. Algunos podrian haber quedado atras , y algunos podrian estar
por delante . No es creible que cada una de las civilizaciones que son mas avanzados
que nosotros va a ser solo unas decadas antes . La mayoria de los que estan por
delante de nosotros estar a la cabeza de millones , si no miles de millones de anos .
Sin embargo, desde un periodo de solo unos pocos siglos es suficiente para el
progreso de la tecnologia mecanica a la gran explosion de informacion y
comunicacion de la Singularidad , bajo el supuesto de SETI no debe haber miles de
millones de civilizaciones en nuestra esfera de luz (miles de millones en nuestra
galaxia) cuya tecnologia esta por delante de nosotros en un grado inimaginable. Al
menos en algunos debates sobre el proyecto SETI , vemos el mismo tipo de
pensamiento lineal que se respira en cualquier otro campo , los supuestos que las
civilizaciones van a llegar a nuestro nivel de tecnologia, y que la tecnologia se
marcha de ese momento muy gradualmente durante miles si no

millones de ano . Sin
embargo, el salto de los primeros movimientos de la radio a los poderes que van mas
alla de una mera civilizacion de tipo II toma solo unos pocos cientos de anos. Asi que
el cielo debe ser en llamas con transmisiones inteligentes.
Sin embargo, los cielos son tranquilas . Es extrano y fascinante que nos encontramos
con el cosmos tan silencioso . Como Enrico Fermi pregunto en el verano de 1950 :
".Donde esta todo el mundo ? " [73] Una civilizacion suficientemente avanzada no sea
susceptible de restringir sus transmisiones a las senales sutiles de frecuencias oscuras.
.Por que son todas las ETI tan timido ?
Ha habido intentos para responder a la llamada Paradoja de Fermi (que , concedido ,
es una paradoja solo si se aceptan los parametros optimistas que la mayoria de los
observadores se aplican a la ecuacion de Drake) . Una respuesta comun es que una
civilizacion puede destruir en si una vez que se alcanza la capacidad de radio. Esta
explicacion podria ser aceptable si estabamos hablando de solo unos pocos de tales
civilizaciones , pero con los supuestos SETI comunes que implica miles de millones
de ellos, no es verosimil creer que cada uno de ellos destruyo a si misma .
Otros argumentos se ejecutan a lo largo de la misma linea . Tal vez "ellos" han
decidido no molestarnos (dado lo primitivo que somos) y solo nos estan observando
en silencio (una directriz etica que sera familiar para los fans de Star Trek) . Una vez
mas, es dificil de creer que cada uno de esos civilizacion de los miles de millones que
deben existir ha tomado la misma decision . O, tal vez , han pasado a mas paradigmas
de comunicacion capaces . Yo creo que los metodos de comunicacion mas capaces
que las ondas electromagneticas , incluso de muy alta frecuencia de los - es probable
que sean factibles y que una civilizacion avanzada (por ejemplo,

que se convertira en
el proximo siglo) es probable que se descubra y explotarlos. Pero es muy poco
probable que no habria absolutamente ningun papel a la izquierda para las ondas
electromagneticas , como un subproducto de otros procesos tecnologicos , en
cualquiera de estos muchos millones de civilizaciones .
Dicho sea de paso , esto no es un argumento en contra el valor del proyecto SETI ,
que deberia tener una alta prioridad , debido a que el hallazgo negativo no es menos
importante que un resultado positivo .

Los límites de la Computación Revisited .

Vamos a considerar algunas implicaciones adicionales de la ley de la aceleracion de
rendimiento de la inteligencia en el cosmos . En el capitulo 3 me referi a la laptop fria
ultima y estimo la capacidad computacional optimo de un equipo de un kilogramo de
un litro a alrededor de 1.042 cps , que es suficiente para realizar el equivalente de
diez mil anos de pensamiento de los diez mil millones de cerebros humanos en diez
microsegundos . Si permitimos que una gestion mas inteligente de la energia y el
calor , el potencial en un kilogramo de la materia para calcular puede ser tan alta
como 10^{50} cps .
Los requisitos tecnicos para lograr capacidades computacionales en este rango son
desalentadores , pero como ya he senalado , el experimento mental adecuada, es
considerar la gran capacidad de ingenieria de una civilizacion con 10^{42} cps por
kilogramo , no la limitada capacidad de la ingenieria de los seres humanos en la
actualidad. Una civilizacion a 1042 cps es probable que encontrar la manera de llegar
a 10^{43} cps y luego a 1044 y asi sucesivamente. (De hecho, podemos hacer el mismo
argumento en cada paso para llegar a la siguiente.)
Una vez que la civilizacion llega a estos niveles es evidente que no va a restringir su

calculo para un kilogramo de materia , al igual que lo hacemos hoy. Vamos a
considerar lo que nuestra civilizacion puede lograr con la masa y la energia en nuestra
propia vecindad. La Tierra contiene una masa de aproximadamente 6×10^{24}
kilogramos . Jupiter tiene una masa de aproximadamente $1,9 \times 10^{27}$ kilogramos. Si
ignoramos el hidrogeno y el helio , tenemos alrededor de $1,7 \times 10^{26}$ kilogramos de
materia en el sistema solar , sin incluir el sol (que al final es tambien juego justo). El
sistema solar en general , que esta dominado por el sol, tiene una masa de unos
2×10^{30} kilogramos. Como el analisis del limite superior crudo, si aplicamos la masa
del sistema solar a 10^{50} nuestra estimacion del limite de la capacidad de computo por
kilogramo de materia (en base a los limites establecidos para nanocomputacion), se
obtiene un limite de 10^{80} cps para la computacion en nuestra " vecindad ".
Obviamente, hay consideraciones practicas que puedan ofrecer dificultad para llegar
a este tipo de limite superior. Pero incluso si dedicamos una vigesima parte del 1 por
ciento (0,0005) de la materia del sistema solar a los recursos computacionales y de
comunicacion , tenemos la capacidad de 1.069 cps para la computacion "en frio " y
10^{77} cps para "hot " computing.[74]
Estimaciones de ingenieria se han hecho para la computacion en estas escalas que
tengan en cuenta los requisitos de diseno complejos, como el uso de energia ,
disipacion de calor , la velocidad de comunicacion interna , la composicion de la
materia en el sistema solar, y muchos otros factores . Estos disenos utilizan la
computacion reversible , pero como ya he senalado en el capitulo 3 , que todavia
tienen que considerar las necesidades de energia para la correccion de errores y la
comunicacion de los resultados . En un analisis realizado por el

neurocientifico
computacional Anders Sandberg , la capacidad computacional de un "objeto" de
calculo del tamano de la Tierra llamado Zeus era reviewed.[75] El diseno conceptual de
este equipo " en frio" , que consta de unos 10^{25} kilogramos de carbono (alrededor de
1,8 veces la masa de la Tierra) en forma de diamondoid consta de 5×10^{37} nodos de
computo , cada uno de los cuales utiliza extensa de procesamiento en paralelo . Zeus
proporciona una maxima estimada de 1.061 cps de computacion o , si se utiliza para
el almacenamiento de datos, 1.047 bits. Un factor limitante principal para el diseno es
el numero de borrados bits permitidos (se permite hasta $2,6 \times 10^{32}$ borraduras bits
por segundo) , que se utilizan principalmente para corregir los errores de los rayos
cosmicos y cuantica efectos .
En 1959 astrofisico Freeman Dyson propone un concepto de conchas curvadas
alrededor de una estrella como una forma de proporcionar tanto energia y habitats
para una civilizacion avanzada . Una concepcion de la Esfera Dyson es, literalmente,
una esfera delgada alrededor de una estrella de reunir energy.[76] La vida de la
civilizacion en la esfera, y desprende calor (energia infrarroja) fuera de la esfera
(lejos de la estrella). Otra version (y mas practico) de la Esfera Dyson es una serie
de conchas curvadas , cada uno de que bloquea solo una parte de la radiacion de la
estrella . De esta manera Shells Dyson pueden ser disenados para tener ningun efecto
en los planetas existentes, en particular aquellos que, como la Tierra , que albergan
una ecologia que debe ser protegido .
Aunque Dyson propuso su concepto como un medio de proporcionar grandes
cantidades de espacio y energia para una civilizacion biologica avanzada, tambien se
puede utilizar como la base para los ordenadores estrella escala .

Tales depositos
Dyson podrian orbitar el Sol sin afectar a la luz solar que llega a la Tierra .
Dyson imaginaba criaturas biologicas inteligentes que viven en las conchas o esferas ,
pero desde que la civilizacion se mueve rapidamente hacia la inteligencia no
biologica una vez que se descubre la computacion , no habria ninguna razon para
rellenar las conchas con humanos biologicos.
Otro refinamiento del concepto de Dyson es que el calor irradiado por un proyectil
podria ser capturado y utilizado por una concha en paralelo que se coloca en una
posicion mas lejos del sol. Acertadamente Informatico Robert Bradbury puntos senala
que podria haber cualquier numero de tales capas y se propone un equipo llamado
"cerebro Matrioshka ", organizado como una serie de conchas anidadas alrededor del
sol o de otra estrella. Un diseno de este tipo conceptual analizado por Sandberg se
llama Urano , que esta disenado para utilizar el 1 por ciento de las que no son
hidrogeno , masa nonhelium en el sistema solar (no incluyendo el sol), o alrededor de
10^{24} kilos , un poco mas pequeno que Zeus.[77] Uranos proporciona alrededor 10^{39}
nodos de computo, se estima que 10^{51} cps de computacion , y cerca de 10^{52} pedazos
de almacenamiento.
Computacion ya es una amplia distribucion - en lugar de centralizada de los recursos ,
y mi expectativa es que la tendencia va a continuar hacia una mayor descentralizacion
Sin embargo, como nuestra civilizacion se aproxima a las densidades de calculo
previstos anteriormente, es probable que la distribucion de la gran numero de
procesadores tienen caracteristicas de estos disenos conceptuales. Por ejemplo , la
idea de conchas Matrioshka seria aprovechar al maximo la energia solar y la
disipacion de calor. Tenga en cuenta que se lograran los poderes

computacionales de
estos equipos solares a escala del sistema, segun mis proyecciones , en el capitulo 2, a
finales de este siglo.

Más grande o más pequeño.

Dado que la capacidad de calculo de nuestro sistema solar se encuentra en el rango
de 10^{70} a 10^{80} cps , vamos a llegar a esos limites a principios del siglo XXII , segun
mis proyecciones. La historia de la computacion nos dice que el poder de computo se
amplia tanto hacia el interior y hacia el exterior. Durante las ultimas decadas hemos
sido capaces de colocar el doble de elementos computacionales (transistores) en cada
chip de circuito integrado sobre cada dos anos, lo que representa un crecimiento hacia
dentro (hacia mayores densidades de calculo por kilogramo de la materia) . Pero
tambien nos estamos expandiendo hacia el exterior, ya que el numero de fichas esta
expandiendo (en la actualidad) a una tasa de alrededor del 8,3 % al year.[78] Es
razonable esperar que los dos tipos de crecimiento continue, y para la tasa de
crecimiento hacia afuera para aumentar significativamente una vez que nos
acercamos a los limites del crecimiento hacia adentro (con circuitos tridimensionales)
Por otra parte , una vez que nos topamos con los limites de la materia y la energia en
nuestro sistema solar para apoyar la expansion de la computacion , no tendremos mas
remedio que ampliar hacia el exterior como la principal forma de crecimiento. Hemos
hablado antes de la especulacion de que las escalas mas finas de la computacion
podria ser viable - en la escala de las particulas subatomicas . Este pico- o
femtotechnology permitirian un crecimiento continuo de la computacion por la
continua disminucion de los tamanos de la caracteristica . Incluso si esto es factible ,
sin embargo, no es probable que sean grandes dificultades tecnicas

en el dominio de
calculo subnanoscale , por lo que la presion para expandir hacia el exterior
permanecera .

Ampliación Más allá del sistema solar .

Una vez que nosotros ampliamos nuestra inteligencia mas alla del sistema solar, en
que porcentaje va suceder esto ? La expansion no arranca a la velocidad maxima ,
sino que alcanzar rapidamente una velocidad dentro de un infimo cambio de la
velocidad maxima (velocidad de la luz o mas) . Algunos criticos se han opuesto a
esta idea, insistiendo en que seria muy dificil enviar a la gente (o los organismos
avanzados de cualquier otra civilizacion ETI) y el equipo casi a la velocidad de la
luz , sin aplastarlas . Por supuesto , podriamos evitar este problema , acelerando poco
a poco , pero otro problema seria colisiones con material interestelar . Pero, de
nuevo , esta objecion no alcanza del todo el punto de la naturaleza de la inteligencia
en esta etapa del desarrollo . Primeras ideas sobre la propagacion de la ETI a traves
de la galaxia y el universo se basa en la migracion y los patrones de colonizacion de
nuestra historia humana y basicamente participan enviando asentamientos de seres
humanos (o, en el caso de otras civilizaciones ETI , organismos inteligentes) a otros
sistemas estelares. Esto permitiria que se multipliquen a traves de la reproduccion
biologica normal y luego siguen extendiendose de igual manera, a partir de ahi .

Pero como hemos visto , a finales de esta inteligencia no biologica siglo en la Tierra
habra muchos miles de millones de veces mas potente que la inteligencia biologica ,
por lo que el envio de seres humanos biologicos en esa mision no tendria sentido . Lo
mismo seria cierto para cualquier otra civilizacion ETI . Esto no es simplemente una
cuestion de seres humanos biologicos enviar sondas roboticas . La

civilizacion
humana en ese momento sera no biologica a todos los efectos practicos.
Estos centinelas no biologicos no tienen que ser muy grande y , de hecho, estaria
integrado principalmente informacion. Es cierto , sin embargo, que solo el envio de la
informacion no es suficiente , por algun dispositivo basado en los materiales que
pueden tener un impacto fisico en otros sistemas planetarios en estrellas y debe estar
presente . Sin embargo , seria suficiente para que las sondas que nanobots
autorreplicantes (tenga en cuenta que un nanobot tiene caracteristicas a nanoescala ,
pero que el tamano total de un nanobot se mide en micras) [79] Podriamos enviar
enjambres de muchos miles de millones de ellos, con un poco de de estas "semillas"
que toman raiz en otro sistema planetario y luego replicacion mediante la busqueda
de los materiales apropiados, tales como carbono y otros elementos necesarios , y la
construccion de copias de si mismos .
Una vez establecida, la colonia nanobot podria obtener la informacion adicional que
necesita para optimizar su inteligencia de transmisiones de informacion pura que
implican solo la energia, no importa, y que se envian a la velocidad de la luz. A
diferencia de grandes organismos como los seres humanos , estos nanobots , siendo
muy pequena , podrian viajar a velocidades cercanas a la de la luz. Otro escenario
seria la de prescindir de las transmisiones de informacion e incrustar la informacion
necesaria en la propia memoria nanobots '. Esa es una decision de ingenieria que
podemos dejar a las futuras superengineers .
Los archivos de software podrian ser repartidos entre los miles de millones de
dispositivos. Una vez que uno o unos pocos de ellos consiguen un " punto de apoyo "
de auto-replicantes en un destino , el sistema mucho mas grande

ahora puede recoger
los nanobots que viajan en los alrededores para que a partir de ese momento, la
mayor parte de los nanobots enviados en esa direccion no simplemente volar. De esta
manera , la colonia ahora establecido puede recoger la informacion , asi como los
recursos computacionales distribuidos , que necesita para optimizar su inteligencia .

La velocidad de la luz Revisited .

De esta manera la velocidad maxima de expansion de un sistema de inteligencia de
tamano solar (es decir, una civilizacion de tipo II) en el resto del universo seria muy
cerca de la velocidad de la luz . Actualmente entendemos la velocidad maxima de
transmision de objetos de informacion y materiales para ser la velocidad de la luz ,
pero hay por lo menos las sugerencias de que esto no puede ser un limite absoluto .
Tenemos que considerar la posibilidad de eludir la velocidad de la luz como
especulativa , y mis proyecciones de los cambios profundos que nuestra civilizacion
se sometera en este siglo no hacemos ninguna de esas hipotesis . Sin embargo , el
potencial para disenar alrededor de este limite tiene implicaciones importantes para la
velocidad con la que vamos a ser capaces de colonizar el resto del universo con
nuestra inteligencia.
Experimentos recientes han medido el tiempo de vuelo de los fotones en casi el doble
de la velocidad de la luz , a raiz de la incertidumbre cuantica en su position.80 Sin
embargo , este resultado no es realmente util para este analisis , ya que en realidad no
permiten que la informacion se comunicara mas rapido que la velocidad de la luz , y
estan fundamentalmente interesados en la velocidad de comunicacion .
Otra sugerencia interesante de una accion a una distancia que parece ocurrir a
velocidades mucho mayores que la velocidad de la luz es cuantica

desenredo . Dos
particulas creadas juntos pueden ser " cuanticos entrelazados ", que significa que
mientras que una propiedad determinada (por ejemplo, la fase de su giro) no se
determina en cualquiera de particula , la resolucion de esta ambiguedad de las dos
particulas se producira en el mismo momento . En otras palabras , si la propiedad no
determinado se mide en una de las particulas , sino que tambien se determina como el
mismo valor exacto en el mismo instante en la otra particula , incluso si los dos han
viajado muy separados . Hay un aspecto de algun tipo de enlace de comunicacion
entre las particulas .
Este desenredo cuantica se ha medido en muchas veces la velocidad de la luz , lo que
significa que la solucion del estado de una particula aparece para resolver el estado de
la otra particula en una cantidad de tiempo que es una pequena fraccion del tiempo
que tomaria si el la informacion se transmite de una particula a la otra a la velocidad
de la luz (en teoria, el lapso de tiempo es cero) . Por ejemplo , el Dr. Nicolas Gisin de
la Universidad de Ginebra envio fotones cuantica - enredadas en direcciones opuestas
a traves de fibras opticas a traves de Ginebra . Cuando los fotones de siete millas de
distancia, cada uno de ellos encontraron una placa de vidrio. Cada foton tuvo que "
decidir " si pasar a traves de o rebotan en la placa (que experimentos anteriores con
fotones entrelazados no cuanticos han demostrado ser una eleccion al azar) . Sin
embargo, debido a que los dos fotones eran cuanticos entrelazados , hicieron la
misma decision en el mismo momento . Muchas repeticiones siempre lo identico
result.[81]
Los experimentos absolutamente no han descartado la explicacion de una variable
oculta , es decir, un estado no se puede medir de cada particula

que esta en fase (se
establece en el mismo punto en un ciclo) , de modo que cuando se mide una particula
(por ejemplo , tiene que decidir su camino a traves de o fuera de una placa de vidrio),
el otro tiene el mismo valor de esta variable interna . Asi que la " eleccion " es
generado por un ajuste identico de esta variable oculta , en lugar de ser el resultado de
la comunicacion real entre las dos particulas . Sin embargo, la mayoria de los fisicos
cuanticos rechazan esta interpretacion.
Sin embargo, incluso si aceptamos la interpretacion de estos experimentos, que indica
un vinculo cualitativo entre las dos particulas , la comunicacion aparente se transmite
solo el azar (profunda azar cuantico) a velocidades mucho mayores que la velocidad
de la luz , la informacion no predeterminado, tal como los bits en un archivo . Esta
comunicacion de las decisiones al azar cuantica para diferentes puntos en el espacio
podria tener valor, sin embargo , en aplicaciones tales como proporcionar codigos de
cifrado . Dos lugares diferentes puedan recibir la misma secuencia aleatoria , lo que
podria ser utilizado por un solo lugar para cifrar un mensaje y por el otro a descifrarlo
No seria posible para cualquier otra persona a escuchar a escondidas en el codigo de
cifrado sin destruir el entrelazamiento cuantico y de ese modo ser detectado. Ya existen productos comerciales que incorporan encriptacion este
principio. Esta es una aplicacion fortuita de la mecanica cuantica , debido a la
posibilidad de que otra aplicacion de la mecanica cuantica , computacion cuantica ,
puede acabar con el metodo estandar de encriptacion basado en factorizar numeros
grandes (que la computacion cuantica , con un gran numero de qubits entrelazados ,
seria bueno) .
Sin embargo, otro fenomeno mas rapida que la de la velocidad de la luz es la

velocidad con que las galaxias pueden alejarse el uno del otro , como resultado de la
expansion del universo. Si la distancia entre dos galaxias es mayor de lo que se
denomina la distancia de Hubble , entonces estas galaxias se alejan unas de otras a
velocidad mayor que la de light.82 Esto no viola la teoria especial de la relatividad de
Einstein , ya que esta velocidad es causada por el espacio si expansion en lugar de las
galaxias se mueven a traves del espacio . Sin embargo , tampoco nos ayuda a
transmitir informacion a una velocidad mas rapida que la velocidad de la luz .

Los agujeros de gusano .

Hay dos conjeturas preliminares que sugieren formas de burlar la aparente limitacion
de la velocidad de la luz . El primero es el uso de agujeros de gusano - pliegues del
universo en dimensiones mas alla de las tres visibles . Esto en realidad no implican
viajar a velocidades mayores que la velocidad de la luz sino que simplemente
significa que la topologia del universo no es el simple espacio de tres dimensiones
que la fisica ingenua implica . Sin embargo, si los agujeros de gusano o pliegues en el
universo estan en todas partes , tal vez estos atajos nos permita llegar a todos lados
rapidamente. O tal vez incluso podemos disenar ellos.

En 1935 Einstein y el fisico Nathan Rosen formulado puentes " Einstein- Rosen ",
como una manera de describir los electrones y otras particulas en terminos de
pequeno espacio-tiempo tunnels.83 En 1955 el fisico John Wheeler describe estos
tuneles como " agujeros de gusano ", introducir el termino de la primera time.84 Su
analisis de los agujeros de gusano mostro que sean plenamente compatibles con la
teoria de la relatividad general , que describe el espacio como esencialmente curvada
en otra dimension.

En 1988 el Instituto de Tecnologia de los fisicos Michael Morris , Kip

Thorne, y Uri
Yurtsever California explico con cierto detalle como estos agujeros de gusano podrian
ser engineered.85 En respuesta a una pregunta formulada por Carl Sagan se describen
los requerimientos de energia para mantener los agujeros de gusano de diferentes
tamanos abierto. Tambien senalaron que en base a la fluctuacion cuantica , llamado
espacio vacio esta continuamente generando pequenos agujeros de gusano del tamano
de las particulas subatomicas . Mediante la adicion de energia y despues de otros
requisitos tanto de la fisica cuantica y la relatividad general dos campos que han sido
muy dificiles de unificar) , estos agujeros de gusano podrian ampliarse para permitir
que los objetos mas grandes que las particulas subatomicas que viajar a traves de
ellos . Envio de los seres humanos a traves de ellos no seria imposible, pero muy
dificil. Sin embargo , como he senalado anteriormente, en realidad solo necesitamos
enviar nanobots ademas de informacion que pudieran pasar a traves de agujeros de
gusano se miden en micras en lugar de metros.
Thorne y su Ph.D. estudiantes Morris y Yurtsever tambien describieron un metodo
coherente con la relatividad general y la mecanica cuantica, que los agujeros de
gusano podrian establecer entre la Tierra y los lugares lejanos. Su tecnica propuesta
consiste en ampliar la generacion espontanea , wormhole subatomica de tamano a un
tamano mayor al anadir energia, entonces su estabilizacion mediante esferas
superconductores en las dos bocas conectadas " agujero de gusano ". Despues de que
el agujero de gusano se expande y se estabilizo , uno de sus bocas (entradas) se
transporta a otro lugar , mientras se mantiene su conexion a la otra entrada , que
permanece en la Tierra .
Thorne ofrecio el ejemplo de mover la entrada remota a traves de

una pequena nave
espacial a la estrella Vega , que es de veinte y cinco anos luz de distancia. Al viajar a
muy cerca de la velocidad de la luz , el viaje , segun lo medido por los relojes de la
nave , seria relativamente breve . Por ejemplo, si la nave viajaba a 99.995 por ciento
de la velocidad de la luz , los relojes de la nave se mueva adelante por solo tres
meses. Aunque el tiempo para el viaje , medido en la Tierra, seria unos veinticinco
anos, el agujero de gusano estirada seria mantener el vinculo directo entre los lugares,
asi como los puntos en el tiempo de los dos lugares. Por lo tanto, aun cuando
experimento en la Tierra , se necesitarian solo tres meses para establecer el vinculo
entre la Tierra y Vega, debido a que los dos extremos del agujero de gusano
mantendrian su relacion de tiempo . Mejoras de ingenieria adecuados podrian
permitir esos vinculos que se establezcan en cualquier parte del universo. Al viajar
arbitrariamente cerca de la velocidad de la luz , el tiempo necesario para establecer un
vinculo , tanto para las comunicaciones y el transporte a otros lugares en el universo ,
incluso los millones de millones de anos luz de distancia, podria ser relativamente
breve .
Matt Visser de la Universidad de Washington en St. Louis han sugerido mejoras en el
concepto de Morris- Thorne - Yurtsever que proporcionan un ambiente mas estable ,
que incluso podria permitir a los humanos viajan a traves wormholes.86 En mi
opinion, sin embargo , esto no es necesario . En los proyectos de ingenieria de tiempo
de esta escala podria ser factible, la inteligencia humana desde hace mucho tiempo ha
sido dominado por su componente no biologico . Envio de dispositivos de autoreplicantes
de escala molecular junto con el software sera suficiente y mucho mas

facil . Anders Sandberg estima que un agujero de gusano de un nanometro podria
transmitir un formidable 1.069 bits por second.[87]
El fisico David Hochberg y el punto de la Universidad de Vanderbilt Thomas Kephart
que poco despues del Big Bang, la gravedad era lo suficientemente fuerte como para
haber proporcionado la energia necesaria para crear espontaneamente un numero
masivo de auto- estabilizacion wormholes.[88] Una parte significativa de estos agujeros
de gusano es probable que esten en alrededor y puede ser generalizada , ofreciendo
una vasta red de corredores que llegan a lo largo y ancho del universo. Podria ser mas
facil de descubrir y utilizar estos agujeros de gusano naturales en lugar de crear otros
nuevos.

Cambio de la velocidad de la luz .

La segunda conjetura es cambiar la velocidad de la luz misma . En el capitulo 3 ,
mencione la conclusion de que parece indicar que la velocidad de la luz se ha
diferenciado por 4,5 partes de 108 en los ultimos dos millones de anos.
En 2001 el astronomo John Webb descubrio que la llamada constante de estructura
fina varia cuando examino la luz sesenta hasta ocho cuasares (galaxias jovenes muy
brillantes) 0.89 La velocidad de la luz es una de las cuatro constantes que la constante
de estructura fina comprende , por lo que el resultado es otra sugerencia de que las
condiciones variables en el universo puede hacer que la velocidad de la luz a cambio.
Cambridge University fisico John Barrow y sus colegas estan en el proceso de
ejecucion de un experimento de sobremesa de dos anos que pondra a prueba la
capacidad de disenar un pequeno cambio en la velocidad de light.[90]
Las sugerencias de que la velocidad de la luz puede variar son consistentes con las
teorias recientes de que era significativamente mayor durante el periodo inflacionario

del universo (una fase temprana de su historia , cuando se sometio a la expansion
muy rapida) . Estos experimentos muestran la posible variacion en la velocidad de la
luz claramente necesitan corroboracion y muestran solo pequenos cambios. Sin
embargo, si se confirma, los resultados serian profundas, ya que es el papel de la
ingenieria a tomar un efecto sutil y muy ampliada . Una vez mas , el experimento
mental que debemos realizar ahora no es si los cientificos humanos contemporaneos ,
tales como somos, puede realizar estas obras de ingenieria , pero si una civilizacion
humana que ha ampliado su inteligencia por trillones de trillones seran capaces de
hacerlo.
Por ahora podemos decir que los niveles de ultra-altas de la inteligencia se expandira
hacia afuera a la velocidad de la luz, sin dejar de reconocer que nuestra comprension
actual de la fisica sugiere que esto puede no ser el limite real de la velocidad de
expansion o , incluso si la velocidad de la luz demuestra ser inmutable, que este
limite no puede restringir llegar a otros lugares rapidamente a traves de los agujeros
de gusano .

La Paradoja de Fermi Revisited .

Recordemos que la evolucion biologica se mide en millones y millones de anos . Asi
que si hay otras civilizaciones por ahi , serian distribuidos en funcion del desarrollo
de enormes espacios de tiempo . El supuesto SETI implica que debe haber miles de
millones de ETI (entre todas las galaxias) , por lo que debe haber miles de millones
que se encuentran muy por delante de nosotros en su progreso tecnologico. Sin
embargo, se tarda solo unos pocos siglos , a contar desde el advenimiento de la
computacion de tales civilizaciones que se expanden hacia el exterior a menos
velocidad de la luz . Teniendo en cuenta esto , .como puede ser que

no les hemos
dado cuenta ? La conclusion a la que llego es que es probable
(aunque no seguro)
que no existen las demas civilizaciones . En otras palabras , estamos a la cabeza. Asi
es, nuestra humilde civilizacion con sus camionetas , comida rapida, y conflictos
persistentes (y el calculo !) Esta a la cabeza en cuanto a la creacion de la complejidad
y el orden en el universo.
Ahora, .como puede ser eso? .No es muy poco probable , dado el gran numero de
posibles planetas habitados ? De hecho, es muy poco probable . Pero igualmente
improbable es la existencia de nuestro universo , con su conjunto de leyes fisicas y
constantes fisicas relacionadas , tan exquisitamente , exactamente lo que se necesita
para la evolucion de la vida sea posible. Pero por el principio antropico , si el
universo no permitio la evolucion de la vida no estariamos aqui para notarlo. Sin
embargo, aqui estamos. Asi que por un principio antropico similares , aqui estamos a
la cabeza en el universo. Una vez mas, si no estuvieramos aqui , no estariamos darse
cuenta.

Veamos algunos argumentos en contra de este punto de vista .

Quizas hay civilizaciones tecnologicas muy avanzadas por ahi , pero estamos fuera de
su esfera de luz de la inteligencia. Es decir , no han llegado aun. Bueno, en este caso,
SETI todavia no encuentran ETI porque no vamos a ser capaces de ver (o escuchar),
al menos no a menos que y hasta que encontremos una manera de salir de nuestra
esfera de luz (o la hace ETL so) mediante la manipulacion de la velocidad de la luz o
la busqueda de atajos , como ya comente anteriormente.
Tal vez ellos estan entre nosotros, pero han decidido permanecer invisible para
nosotros . Si han tomado esa decision , es probable que tenga exito en evitar que se

note. Una vez mas , es dificil de creer que cada ETL ha tomado la misma decision.
John Smart ha sugerido en lo que el llama el escenario " Transcension " que una vez
que las civilizaciones saturan su region local del espacio con su inteligencia , crean
un nuevo universo (uno que permita la continuacion del crecimiento exponencial de
la complejidad y la inteligencia) y, esencialmente, dejan este universo. 91 inteligente
sugiere que esta opcion puede ser tan atractivo que es el resultado constante e
inevitable de un ETL haber alcanzado una etapa avanzada de su desarrollo , y ello
explica la paradoja de Fermi.
Por cierto, siempre he considerado la idea de la ciencia - ficcion de grandes naves
espaciales pilotados por criaturas enormes y blandas similares a nosotros que es muy
poco probable. Seth Shostak comenta que " la probabilidad razonable es que
cualquier inteligencia extraterrestre que detectaremos sera la inteligencia artificial , la
inteligencia no biologica como nosotros. " En mi opinion, esto no es simplemente una
cuestion de seres biologicos envio de maquinas (como hoy), sino que cualquier
civilizacion lo suficientemente sofisticados como para hacer el viaje hasta aqui se han
pasado de largo el punto de fusion con su tecnologia y no necesitaria envie
organismos fisicamente voluminosos y equipos.
Si existen, .por que vienen aqui ? Una mision seria para la observacion - para reunir
el conocimiento (del mismo modo que observamos otras especies en la Tierra hoy en
dia) . Otra seria la de buscar la materia y la energia para proporcionar soporte
adicional para la expansion de la inteligencia . La inteligencia y el equipo necesario
para tal exploracion y expansion (por un ETL, o por nosotros cuando lleguemos a
esa etapa de desarrollo) seria muy pequena , basicamente, nanobots y transmisiones

de informacion.
Parece que nuestro sistema solar no se ha convertido en el ordenador de otra persona.
Y si esto es solo otra civilizacion nos observaba por el conocimiento y ha decidido
permanecer en silencio , SETI no podra encontrarlo, porque si una civilizacion
avanzada no quiere darnos cuenta , seria tener exito en ese deseo. Tenga en cuenta
que tal civilizacion seria mucho mas inteligente de lo que somos hoy. Tal vez se
revelara a nosotros cuando alcanzamos el siguiente nivel de nuestra evolucion , la
fusion especificamente nuestros cerebros biologicos con nuestra tecnologia , es decir ,
despues de la Singularidad. Sin embargo , dado que el supuesto de SETI implica que
hay miles de millones de tales civilizaciones altamente desarrolladas , parece poco
probable que todos ellos han tomado la misma decision de permanecer fuera de
nuestro camino.

El Principio Antrópico Revisited .

Nos llama la atencion con dos posibles aplicaciones de un principio antropico , una
para los notables Biofriendly leyes de nuestro universo, y otro para la biologia actual
de nuestro planeta .
Consideremos en primer lugar el principio antropico aplicado al universo con mas
detalle . La cuestion relativa al universo surge porque nos damos cuenta de que las
constantes de la naturaleza son precisamente lo que se requiere para que el universo
ha crecido en complejidad. Si la constante cosmologica , la constante de Planck, y las
muchas otras constantes de la fisica se establecen en valores ligeramente diferentes ,
atomos , moleculas , estrellas, planetas , organismos, y los seres humanos no habria
sido posible . El universo parece tener exactamente las reglas y las constantes
adecuadas. (La situacion recuerda la observacion de Steven Wolfram que ciertas

reglas celular - automatas [vea el recuadro en la pag . 85] permitira la creacion de
patrones muy complejos e imprevisibles , mientras que otras reglas conducen a
patrones muy poco interesantes , tales como lineas alternas o simples triangulos en
una configuracion repetitiva o aleatoria.)
.Como podemos explicar el notable diseno de las leyes y constantes de la materia y la
energia en nuestro universo que han permitido el aumento de la complejidad que
vemos en la evolucion biologica y la tecnologia ? Freeman Dyson comento una vez
que "el universo de alguna manera sabia que veniamos. "
Complejidad teorico James
Gardner describe la pregunta de esta manera :
Los fisicos sienten que la tarea de la fisica es predecir lo que sucede en el
laboratorio , y estan convencidos de que la teoria de cuerdas , o la teoria M puede
hacer esto .... Pero no tienen idea de por que el universo deberia ... tener el modelo
estandar , con los valores de sus parametros 40 + que observamos . .Como puede
alguien creer que algo tan sucio es la unica prediccion de la teoria de cuerdas ? Me
sorprende que la gente pueda tener una vision tan estrecha de miras , que puedan
concentrarse solo en el estado final del universo, y no preguntar como y por que se
there.92
La perplejidad de como es que el universo es tan "amigable" a la biologia ha llevado
a diversas formulaciones del principio antropico . La version "debil " del principio
antropico senala simplemente que si no fuera asi, no estariamos aqui para
preguntarme sobre ello . Tan solo en un universo que permitio el aumento de la
complejidad de la cuestion podria ser incluso pidio . Las versiones mas fuertes del
estado principio antropico que debe haber mas que eso , los defensores de estas
versiones no estan satisfechos con una mera coincidencia

afortunada . Esto ha abierto
la puerta para que los defensores del diseno inteligente para afirmar que esta es la
prueba de la existencia de Dios que los cientificos han estado pidiendo .

El Multiverso.

Recientemente se ha propuesto un enfoque mas darwiniano al principio antropico
fuerte . Tenga en cuenta que es posible que las ecuaciones matematicas para tener
varias soluciones. Por ejemplo , si resolvemos para x en la ecuacion x2 = 4 , x puede
ser 2 o -2 . Algunas ecuaciones permiten un numero infinito de soluciones. En la
ecuacion (a - b) ° x = 0 , x puede adoptar cualquiera de un numero infinito de valores
si a = b (ya que cualquier numero multiplicado por cero es igual a cero) . Resulta
que las ecuaciones de las ultimas teorias de cuerdas permiten, en principio, para un
numero infinito de soluciones . Para ser mas preciso , ya que la resolucion espacial y
temporal del universo se limita a la muy pequena constante de Planck , el numero de
soluciones no es literalmente infinita sino simplemente vasta . La teoria de cuerdas
implica , por lo tanto , que muchos conjuntos diferentes de las constantes naturales
son posibles.

Esto ha llevado a la idea del multiverso : que existe un gran numero de universos , de
los cuales nuestro universo es solo una humilde . De acuerdo con la teoria de cuerdas,
cada uno de estos universos puede tener un conjunto diferente de constantes fisicas .

La evolución de universos .

Leonard Susskind , el descubridor de la teoria de cuerdas , y Lee Smolin , fisico
teorico y experto en la gravedad cuantica , han sugerido que los universos dan origen
a otros universos en un proceso natural, evolutiva que refina gradualmente las
constantes naturales. En otras palabras, no es por casualidad que las reglas y las

constantes de nuestro universo son ideales para la evolucion de la vida inteligente ,
sino que ellos mismos desarrollaron para ser de esa manera .
En la teoria de Smolin el mecanismo que da lugar a nuevos universos es la creacion
de un agujero negro , por lo que los universos mas capaces de producir agujeros
negros son los que tienen mas probabilidades de reproducirse. Segun Smolin un
universo mas capaces de crear es el aumento de la complejidad - que , biologicas vida
es tambien mas probable para crear nuevos agujeros negros universo de generacion .
Como el mismo explica, "Reproduccion a traves de los agujeros negros conduce a un
multiverso en el que las condiciones de vida son comunes , esencialmente porque
parte de la vida requiere de condiciones , tales como carbon abundante, tambien
aumentar la formacion de estrellas lo suficientemente masivas para convertirse en
agujeros negros. " 93 propuesta de Susskind difiere en algunos detalles de Smolin de
pero tambien se basa en los agujeros negros , asi como la naturaleza de " inflacion",
la fuerza que ha causado el universo muy temprano a expandirse rapidamente .

Inteligencia como el Destino del Universo.

En la era de las maquinas espirituales , presente una idea relacionada , es decir , que
la inteligencia en ultima instancia, impregnar el universo y decidiria el destino del
cosmos :
.Que tan relevante es la inteligencia del universo ? ... El sentido comun no es muy .
Las estrellas nacen y mueren ; galaxias pasan a traves de sus ciclos de creacion y
destruccion , el universo nacio de una gran explosion y terminara con un crujido o un
gemido , todavia no estamos seguros de cual. Pero la inteligencia no tiene mucho que
ver con eso. La inteligencia es solo un poco de espuma , un hervidero de pequenas
criaturas entrando y saliendo de las fuerzas universales

inexorables . El mecanismo
sin sentido del universo esta enrollando hacia arriba o abajo a un futuro lejano l, y no
hay nada de inteligencia puede hacer al respecto.
Ese es el sentido comun . Pero no estoy de acuerdo con el. Mi conjetura es que la
inteligencia en ultima instancia, ser mas poderoso que estas grandes fuerzas
impersonales ....
Asi sera el fin del universo en un big crunch , o en una expansion infinita de estrellas
muertas , o de alguna otra manera ? En mi opinion, el principal problema no es la
masa del universo, o la posible existencia de la antigravedad, o de la llamada
constante cosmologica de Einstein. Mas bien, el destino del universo es una decision
aun no se ha creado, de que vamos a considerar de forma inteligente cuando sea el
momento right.94
Complejidad teorico James Gardner combina mi sugerencia sobre la evolucion de la
inteligencia a traves del universo con Smolin de Susskind y de conceptos de
universos en evolucion . Gardner conjeturas que es especificamente la evolucion de la
vida inteligente que permite a los descendientes universes.95 Gardner se basa en la
observacion del astronomo britanico Martin Rees que " lo que llamamos las
constantes fundamentales - los numeros que son importantes para los fisicos , puede
haber consecuencias secundarias de la teoria final, en lugar de manifestaciones
directas de su nivel mas profundo y mas fundamental " . Para Smolin no es mas que
una coincidencia que los agujeros negros y la vida biologica tanto necesitan
condiciones similares (por ejemplo, grandes cantidades de carbono) , por lo que en
su concepto no existe una funcion explicita de la inteligencia , aparte de eso, pasa a
ser el subproducto de ciertos circunstancias Biofriendly . En la concepcion de

Gardner es la vida inteligente que crea sus sucesores.
Gardner escribe que " nosotros y otros seres vivos en todo el cosmos somos parte de
una gran comunidad transterrestrial , aun por descubrir de la vida y las inteligencias
repartidas en miles de millones de galaxias y un sinnumero de parsecs que participan
colectivamente en una mision portentosa importancia verdaderamente cosmica. Bajo
el biocosmos vision , compartimos un destino comun con el que " la comunidad para
ayudar a moldear el futuro del universo y transformarla de una coleccion de atomos
sin vida en una gran mente, trascendente. Para Gardner las leyes de la naturaleza , y
las constantes de equilibrio precisamente , la funcion " como contraparte cosmica de
ADN : en ellos se encuentra el 'receta' por el cual el cosmos en evolucion adquiere la
capacidad de generar vida y la inteligencia cada vez mas capaz " .
Mi punto de vista es consistente con la creencia de Gardner de la inteligencia como el
fenomeno mas importante en el universo. Tengo un desacuerdo con Gardner en su
propuesta de una " gran ... transterrestrial comunidad de vida y las inteligencias
repartidas en miles de millones de galaxias. " Todavia no vemos evidencia de que
existe una comunidad fuera de la Tierra . La comunidad que los asuntos pueden ser
solo nuestra propia civilizacion sin pretensiones aqui . Como senale anteriormente, a
pesar de lo que podamos de la moda todo tipo de razones por las que cada
civilizacion inteligente en particular puede permanecer oculto de nosotros (por
ejemplo , destruyeron a si mismos , o que han decidido permanecer invisible o
sigilosa , o hemos cambiado toda su comunicaciones fuera de transmisiones
electromagneticas, y asi sucesivamente) , no es verosimil creer que todas las
civilizaciones solo de los miles de millones que deben estar alli (de acuerdo con la

hipotesis de SETI) tiene alguna razon de ser invisible.

La función de utilidad final .

Podemos manera un puente conceptual entre Susskind y de idea de los agujeros
negros son la "funcion de utilidad" (la propiedad que se optimiza en un proceso
evolutivo) de cada universo en el multiverso y la concepcion de la inteligencia como
la funcion de utilidad que comparto con Gardner de Smolin . Como he dicho en el
capitulo 3 , la potencia de calculo de un ordenador esta en funcion de su masa y de su
eficiencia computacional . Recordemos que una roca tiene una masa significativa
pero extremadamente baja eficiencia computacional (es decir, practicamente todas
las transacciones de sus particulas son efectivamente al azar) .
La mayoria de las interacciones de las particulas en un ser humano son aleatorios
tambien , pero en una escala logaritmica los seres humanos son mas o menos a mitad
de camino entre una roca y el pequeno ordenador final.
Un ordenador en la gama de la computadora ultima tiene una muy alta eficiencia
computacional . Una vez conseguido una optima eficiencia computacional , la unica
manera de aumentar la potencia de calculo de un ordenador seria aumentar su masa .
Si aumentamos la masa suficiente , la fuerza de la gravedad se vuelve lo
suficientemente fuerte como para provocar su colapso en un agujero negro . Asi que
un agujero negro puede ser considerado como el equipo final.
Por supuesto, no cualquier agujero negro va a hacer. Agujeros mas negros , como la
mayoria de las rocas , se estan realizando muchas operaciones al azar , pero no
computacion de utilidad. Pero un agujero negro bien organizado seria el mas
poderoso equipo concebible en terminos de cps por litro.

La radiación de Hawking .

Ha habido un largo debate sobre si se puede o no transmitir informacion en un
agujero negro , lo han transformado utilmente , y luego recuperarla.

Concepto de
transmisiones desde un agujero negro de Stephen Hawking implica pares particulaantiparticula
que se crean cerca del horizonte de sucesos (el punto de no retorno cerca
de un agujero negro , mas alla de que la materia y la energia son incapaces de escapar
) . Cuando se produce esta creacion espontanea , como lo hace en todas partes en el
espacio , la particula y antiparticula viajes en direcciones opuestas . Si un miembro de
la pareja viaja en el horizonte de sucesos (nunca ser visto otra vez), la otra voluntad
flyaway desde el agujero negro .
Algunas de estas particulas tienen energia suficiente para escapar de su gravedad y
dar lugar a lo que se ha llamado Hawking radiation.96 Antes del analisis de Hawking
se pensaba que los agujeros negros eran , bueno, negro , con su vision nos dimos
cuenta de que en realidad emiten un ducha continua de particulas energeticas . Pero
de acuerdo a esta radiacion Hawking es al azar , ya que se origina en eventos
aleatorios cuanticos cerca de la frontera evento. Asi que un agujero negro puede
contener un ordenador de ultima , segun Hawking, pero de acuerdo a su concepcion
original, la informacion no puede escapar de un agujero negro , por lo que este equipo
nunca pudo transmitir sus resultados.
En 1997 Hawking y su colega el fisico Kip Thorne (el cientifico agujero de gusano)
hizo una apuesta con el Instituto de Tecnologia de California John Preskill . Hawking
y Thorne sostuvo que la informacion que se introduce en un agujero negro se perdio ,
y cualquier calculo que pueda ocurrir en el interior del agujero negro , util o de lo
contrario , nunca se transmitira fuera de ella , mientras que Preskill sostuvo que la
informacion podria ser recovered.97 El perdedor fue dar el ganador alguna
informacion util en forma de una enciclopedia.

En los anos transcurridos desde el consenso en la comunidad de la fisica de manera
constante se alejo de Hawking, y el 21 de julio de 2004, Hawking admitio su derrota
y reconocio que Preskill habia estado en lo correcto , despues de todo : que la
informacion enviada en un agujero negro no se pierda. Podria ser transformado
dentro del agujero negro y luego se transmite fuera de ella. De acuerdo con esta
interpretacion , lo que pasa es que la particula que vuela lejos del agujero negro sigue
siendo cuanticos entrelazados con su antiparticula , que desaparecio en el agujero
negro . Si eso antiparticula dentro del agujero negro se ve envuelto en un calculo util,
entonces estos resultados seran codificados en el estado de la particula pareja
enredada exterior del agujero negro .
De acuerdo con Hawking envio Preskill una enciclopedia sobre el juego de cricket ,
pero Preskill rechazo, insistiendo en una enciclopedia de beisbol , que Hawking habia
sobrevolado por una presentacion ceremonial.
Suponiendo que la nueva posicion de Hawking esta en lo correcto , los equipos
finales que podemos crear serian los agujeros negros. Por lo tanto un universo que
esta bien disenado para crear agujeros negros seria uno que esta bien disenado para
optimizar su inteligencia . Susskind y Smolin argumentaron simplemente que la
biologia y agujeros negros tanto requieren el mismo tipo de materiales , por lo que un
universo que se ha optimizado para agujeros negros tambien se pueden optimizar
para la biologia . Reconociendo que los agujeros negros son el deposito final de la
computacion inteligente, sin embargo, podemos concluir que la funcion de utilidad de
la optimizacion de la produccion de un agujero negro y la de la inteligencia de
optimizacion son una y la misma .

¿Por qué la inteligencia es más poderosa que la física .

Hay otra razon para aplicar un principio antropico . Puede parecer muy poco
probable que nuestro planeta esta a la cabeza en terminos de desarrollo tecnologico ,
pero como he senalado anteriormente, por un principio antropico debil , si no
hubieramos evolucionado , no estariamos aqui discutiendo este tema .
Como la inteligencia satura la materia y la energia de que dispone, que convierte la
materia muda a la materia inteligente. Aunque la materia inteligente todavia
nominalmente sigue las leyes de la fisica , es tan extraordinariamente inteligente que
puede aprovechar los aspectos mas sutiles de las leyes de manipular la materia y la
energia a su voluntad. Por lo que seria , al menos, parece que la inteligencia es mas
poderosa que la fisica. Lo que yo diria es que la inteligencia es mas poderosa que la
cosmologia. Es decir, una vez que la materia se transforma en materia inteligente
(importar completamente saturado con procesos inteligentes), se puede manipular la
otra materia y energia para hacer su voluntad (a traves de la ingenieria adecuada
potente) . Esta perspectiva no se considera por lo general en las discusiones sobre el
futuro cosmologia. Se supone que la inteligencia no es relevante a los
acontecimientos y procesos en una escala cosmologica.
Una vez que el planeta produce una especie de tecnologia y la creacion de esa especie
crea computo (como ha ocurrido aqui) , es solo una cuestion de unos pocos siglos
antes de su inteligencia satura la materia y la energia en sus proximidades , y
comienza a expandirse hacia fuera en al menos la velocidad de la luz (con algunas
sugerencias de eludir este limite) . Tal civilizacion entonces superar la gravedad (a
traves de exquisita y vasta tecnologia) y otras fuerzas - o cosmologicas , para ser
totalmente exactos, se maniobrar y controlar estas fuerzas y

disenar el universo que
quiere. Esta es la meta de la Singularidad .

Un ordenador Universo -Scale .

.Cuanto tiempo se necesita para que nuestra civilizacion para saturar el universo con
nuestra inteligencia muy ampliado ? Seth Lloyd estima que hay cerca de 1.080
particulas en el universo , con una capacidad maxima teorica de aproximadamente
10^{90} cps . En otras palabras, un equipo escala universo seria capaz de calcular en 10^{90}
cps.[98] Para llegar a estas estimaciones , Lloyd tomo la densidad observada de la
materia - alrededor de un atomo de hidrogeno por metro cubico - y a partir de esta
figura calculado la energia total en el universo. Dividiendo esta cifra energia por la
constante de Planck , se puso unos 10^{90} cps . El universo es de aproximadamente
1017 segundos de edad , por lo que en numeros redondos ha habido un maximo de
alrededor de 10^{107} calculos en que hasta el momento . Con cada particula capaz de
almacenar alrededor de 10^{10} bits en todos sus grados de libertad (incluyendo su
posicion , trayectoria , giro , y asi sucesivamente) , el estado del universo representa
aproximadamente 10^{90} bits de informacion en cada punto en el tiempo .

No necesitamos contemplar dedicar toda la masa y la energia del universo a la
computacion . Si aplicaramos el 0,01 por ciento , que aun dejaria 99,99 por ciento de
la masa y la energia sin modificar , pero seguiria habiendo resultado un potencial de
cerca de 10^{86} cps . En base a nuestro conocimiento actual, que solo se puede
aproximar estos ordenes de magnitud. Inteligencia en nada parecido a estos niveles
sera tan grande que va a ser capaz de realizar estas obras de ingenieria con suficiente
cuidado para no interrumpir los procesos naturales lo que considera importante
preservar .

El universo holográfico .

Otra perspectiva sobre el almacenamiento y la capacidad de procesamiento maxima
informacion del universo proviene de una reciente teoria especulativa de la naturaleza
de la informacion . De acuerdo con la teoria del " universo holografico " el universo
es en realidad una matriz bidimensional de informacion escrita sobre su superficie,
por lo que su aspecto tridimensional convencional es un illusion.[99] En esencia , el
universo , de acuerdo con esta teoria , es un gigante holograma .
La informacion se escribe en una escala muy fina , que se rige por la constante de
Planck. Asi que la maxima cantidad de informacion en el universo es el area de
superficie dividido por el cuadrado de la constante de Planck, que llega a cerca de
10^{120} bits. No parece ser suficiente materia en el universo para codificar esta cantidad
de informacion, por lo que los limites del universo holografico puede ser mayor que
lo que es realmente factible . En cualquier caso, el orden de magnitud del numero de
ordenes de magnitudes de estas diversas estimaciones es en el mismo rango . El
numero de bits que un universo reorganizado para el calculo util sera capaz de
almacenar es 10 elevado a una potencia en alguna parte entre 80 y 120 .
Una vez mas, nuestra ingenieria , incluso la de nuestros seres futuros muy
evolucionados , probablemente estan a la altura de estos maximos . En el capitulo 2
mostre como hemos avanzado 10^{-5} a 10^{8} cps por cada mil dolares durante el siglo
XX. Basado en una continuacion de el crecimiento suave y doblemente exponencial
que hemos visto en el siglo XX , proyecte que ibamos a lograr unos 10^{60} cps por cada
mil dolares en 2100. Si estimamos una modesta billon de dolares dedicados a la
computacion , que es un total de cerca de 10^{69} cps a finales de este siglo. Esto se

puede lograr con la materia y la energia en nuestro sistema solar. Para llegar a alrededor de 10^{90} cps requiere expansion por el resto del universo.
Continuando con el doble curva de crecimiento exponencial muestra que podemos
saturar el universo con nuestra inteligencia mucho antes del final del siglo XXII , a
condicion de que no estamos limitados por la velocidad de la luz. Aunque los poderes
adicionales hasta a treinta de diez sugeridas por la teoria holografica universo se ve
confirmado , todavia alcanzar la saturacion al final del vigesimo siglo .
Una vez mas, si es del todo posible para eludir la limitacion de la velocidad de la luz ,
la gran inteligencia que se tiene con la inteligencia a escala del sistema solar sera
capaz de disenar y poner en practica la ingenieria necesaria para hacerlo. Si tuviera
que apostar , pondria mi dinero en la conjetura de que eludir la velocidad de la luz es
posible y que vamos a ser capaces de hacer esto dentro de los proximos cien anos.
Pero eso es especulacion de mi parte , ya que todavia no entendemos estos temas lo
suficiente como para hacer una declaracion mas definitiva. Si la velocidad de la luz es
una barrera inmutable, y hay atajos a traves de agujeros de gusano existen que pueden
ser explotadas, tomara miles de millones de anos, no cientos, para saturar el universo
con nuestra inteligencia , y se limitara a nuestro cono de luz dentro de la universo. En
cualquier caso, el crecimiento exponencial de la computacion se choco contra un
muro en el siglo XXII . (!Pero que pared!)
Esta gran diferencia en lapsos - cientos de anos frente a miles de millones de anos
(para saturar el universo con nuestra inteligencia), demuestra por que el tema de la
elusion de la velocidad de la luz llegara a ser tan importante. Se convertira en una
preocupacion principal de la gran inteligencia de nuestra civilizacion en el siglo XXII

Por eso creo que si los agujeros de gusano o cualquier otro medio eludiendo son
factibles, estaremos muy motivados para encontrar y explotar ellos.
Si es posible disenar nuevos universos y establecer contacto con ellos , esto seria
proporcionar aun mas medios para una civilizacion inteligente para continuar su
expansion . Vista de Gardner es que la influencia de una civilizacion inteligente en la
creacion de un nuevo universo se encuentra en el establecimiento de las leyes fisicas
y las constantes de la bebe universo. Pero la gran inteligencia de tal civilizacion
puede encontrar formas de ampliar su propia inteligencia en un nuevo universo de
manera mas directa. La idea de la difusion de nuestra inteligencia mas alla de este
universo es, por supuesto , especulativa , ya que ninguna de las teorias multiverso
permite la comunicacion de un universo a otro , a excepcion de la transmision de las
leyes y las constantes basicas .
Incluso si estamos limitados a un universo que ya conocemos, saturando su materia y
energia con inteligencia es nuestro destino final . .Que tipo de universo sera eso?
Bueno, solo tiene que esperar y ver.
MOLLY 2004 : Asi que cuando el universo llegue Epoca Six { la etapa en la que la
parte no biologica de nuestra inteligencia se propaga a traves del universo] , .que va
a hacer?
CHARLES DARWIN : No estoy seguro de que podemos responder a eso. Como
usted ha dicho, es como bacterias preguntaban unos a otros lo que los humanos lo
haran.
MOLLY 2004 : Asi que estas Epoca Seis entidades se consideran los humanos
biologicos sean como las bacterias ?
GEORGE 2048 : Eso no es cierto lo que pienso de ti .
MOLLY 2104: George , eres solo Epoch Cinco, asi que no creo que responde a la
pregunta .

CHARLES : Volviendo a las bacterias, lo que dirian si pudieran hablar - MOLLY
2004 : y pensar.
CARLOS : Si , eso tambien. Decian que los humanos van a hacer las mismas cosas
que nos hacen las bacterias , es decir , comer , evitar el peligro, y procrear .
MOLLY 2104: Oh , pero nuestra procreacion es mucho mas interesante .
MOLLY 2004 : En realidad , Molly del futuro , es nuestra humana procreacion pre -
Singularity eso es interesante .
Su procreacion virtual es , en realidad , muy parecido al de las bacterias. El sexo no
tiene nada que ver con eso.
MOLLY 2104 : Es cierto que hemos separado la sexualidad de la reproduccion , pero
eso no es exactamente nuevo a la civilizacion humana en 2004 . Y ademas , a
diferencia de las bacterias , podemos cambiarnos a nosotros mismos .
MOLLY 2004 : En realidad , se ha separado el cambio y la evolucion de la
reproduccion tambien.
MOLLY 2104: Eso tambien era esencialmente cierto en 2004.
MOLLY 2004 : Vale, vale . Pero acerca de su lista, Charles, que los seres humanos
tambien hacen cosas como crear arte y la musica . Ese tipo de nos separa de los otros
animales .
GEORGE 2048 : De hecho , Molly , que es fundamentalmente lo que la singularidad
se trata. La singularidad es la musica mas dulce , el arte mas profundo , las mas bellas
matematicas ....
MOLLY 2004 : Ya veo , asi que la musica y el arte de la Singularidad sera la musica
y el arte de mi epoca como circa 2004 musica y el arte son de ...
NED LUDD : La musica y el arte de la bacteria.
MOLLY 2004 : Bueno, yo he visto algunos patrones de moldes artisticos.
NED : Si , pero estoy seguro de que no te veneran . MOLLY 2004 : No, en realidad,
las limpio . NED : Bueno , mi punto de entonces.

MOLLY 2004 : Todavia estoy tratando de imaginar lo que el universo va a hacer en la
epoca Six.
Timothy Leary : El universo va a volar como un pajaro.
MOLLY 2004 : Pero .como es volar en ? Quiero decir que es todo.
TIMOTEO : Eso es como preguntar: .Cual es el sonido de una mano aplaudiendo ?
MOLLY 2004 : Hmmm , por lo que la singularidad es lo que tenian los maestros Zen
en mente todo el tiempo.
(foto a toda pagina de Ray [el autor] con un cartel de carton de aspecto robusto, que
dice, en letras de carbon crudo: . " La singularidad esta cerca " Esta arreglado y
vestido con un traje.)

CAPÍTULO SIETE

Ich bin ein Singularitarian
El mas comun de todas las locuras es creer apasionadamente en el palpable no es
verdad. -H. L. Mencken
Filosofias de vida arraigados en tradiciones centenarias contienen mucha sabiduria
sobre vida personal, organizacional y social. Muchos de nosotros tambien
encontramos deficiencias en esas tradiciones. .Como no iban a llegar a algunas
conclusiones erroneas cuando se levantaron en tiempos pre - cientificos? Al mismo
tiempo , las antiguas filosofias de la vida tienen poco o nada que decir acerca de los
problemas fundamentales que enfrentamos como tecnologias avanzadas comienzan a
permitir que cambiemos nuestra identidad como individuos y como seres humanos y
como fuerzas economicas , culturales, politicas y cambiar las relaciones globales .
-MAX mas " PRINCIPIOS DE Extropy "
El mundo no necesita otro dogma totalitario . -MAX mas " PRINCIPIOS DE
Extropy "
Si, tenemos un alma. Pero es un hecho de un monton de pequenos robots . - GIULIO
Giorelli

Sustrato es moralmente irrelevante , siempre que no afecte la funcionalidad o la
conciencia . No importa , desde el punto de vista moral , si alguien ejecuta en silicio o
neuronas biologicas (al igual que no importa si usted tiene la piel oscura o palida) .
Por los mismos motivos , que rechazamos el racismo y el especismo , tambien
debemos rechazar carbono chovinismo o bioismo .
- NICK BOSTROM , " ETICA PARA maquinas inteligentes : una propuesta de 2001
Los filosofos han senalado desde hace tiempo que sus hijos nacieron en un mundo
mas complejo que el de sus antepasados. Este reconocimiento temprano y tal vez
inconsciente de la aceleracion del cambio puede haber sido el catalizador de gran
parte del pensamiento utopico , apocaliptico y milenarista en nuestra tradicion
occidental. Pero la diferencia es que la moderna ahora todo el mundo se da cuenta
que el ritmo de progreso en un cierto nivel , no solo a los videntes .
- John Smart
Singularitarian es alguien que entiende la singularidad y ha reflexionado sobre el
significado de su propia vida.
Me he dedicado a esta reflexion durante varias decadas. Ni que decir tiene , que no es
un proceso que uno pueda completarse. Empece pensando en la relacion de nuestro
pensamiento a nuestra tecnologia computacional como un adolescente en la decada
de 1960 . En la decada de 1970 comence a estudiar la aceleracion de la tecnologia, y
escribi mi primer libro sobre el tema a finales de 1980 . Asi que he tenido tiempo para
contemplar el impacto en la sociedad y en mi mismo - de las transformaciones se
superponen en curso .
George Gilder ha descrito mis puntos de vista cientifico y filosofico como " una
vision sustituto para aquellos que han perdido la fe en el objeto tradicional de la
creencia religiosa . " Declaracion del 1 Gilder es comprensible, ya

que hay al menos
aparentes similitudes entre la prevision de la singularidad y la anticipacion de las
transformaciones articuladas por las religiones tradicionales.
Pero yo no he venido a mi punto de vista como resultado de la busqueda de una
alternativa a la fe habitual . El origen de mi busqueda para entender las tendencias
tecnologicas era practico : un intento de medir el tiempo de mis inventos y para tomar
decisiones tacticas optimas en el lanzamiento de empresas de tecnologia . Con el
tiempo este modelado de la tecnologia tomo vida propia y me llevo a formular una
teoria de la evolucion de la tecnologia . No fue un gran salto desde alli a reflexionar
sobre el impacto de estos cambios fundamentales en las instituciones sociales y
culturales, y en mi propia vida. Asi que , siendo un Singularitarian no es una cuestion
de fe sino de la comprension, la meditacion de las tendencias cientificas que he
discutido en este libro engendra inexorablemente nuevas perspectivas sobre los temas
que las religiones tradicionales han intentado abordar: la naturaleza de la mortalidad
y la inmortalidad , el proposito de nuestra vida y la inteligencia en el universo.
Ser Singularitarian menudo ha sido una experiencia alienante y solitario para mi,
porque la mayoria de la gente que me encuentro no comparten mi punto de vista. La
mayoria de " grandes pensadores " son totalmente conscientes de esta gran idea. En
un gran numero de declaraciones y comentarios la gente suele evidencian la creencia
comun de que la vida humana es corta, que nuestro alcance fisico e intelectual es
limitado, y que nada fundamental va a cambiar en nuestras vidas. Espero que esta
vision estrecha de cambiar ya que las implicaciones del cambio acelerando cada vez
mas evidente , pero tener mas gente con quien compartir mi punto de vista es una de

las principales razones que escribi este libro.
Entonces, .como se contempla la Singularidad ? Al igual que el sol, que es dificil de
ver directamente, es mejor que entrecerrar los ojos en el por el rabillo de los ojos .
Como Max mas Estados, lo ultimo que necesitamos es otro dogma , ni que
necesitamos otro culto , por lo Singularitarianism no es un sistema de creencias o
puntos de vista unificados. Si bien es fundamental la comprension de las tendencias
basicas de la tecnologia, es a la vez una idea que hace que uno a repensar todo, desde
la naturaleza de la salud y la riqueza de la naturaleza de la muerte y yo.
Para mi, ser Singularitarian significa muchas cosas , de las cuales la siguiente es una
pequena muestra . Estas reflexiones se articulan mi filosofia personal, no una
propuesta de una nueva doctrina.
• Contamos con los medios en este momento para vivir lo suficiente para vivir
forever.2 conocimiento existente se puede aplicar agresivamente para reducir
drasticamente los procesos de envejecimiento por lo que podemos estar todavia en la
salud vital cuando los mas radicales terapias para prolongar la vida de la
biotecnologia y la nanotecnologia estan disponibles . Pero la mayoria de los baby
boomers no lo hacen porque no son conscientes de los procesos de envejecimiento
acelerado de sus cuerpos y la oportunidad de intervenir.
• En este sentido estoy agresivamente reprogramacion mi bioquimica, que ahora es
totalmente diferente de lo que seria de otro modo be.3 Tomar suplementos y
medicamentos no es un ultimo recurso para ser reservados solo para cuando algo va
mal . Ya hay algo mal. Nuestros cuerpos se rigen por programas geneticos obsoletos
que se desarrollo en una epoca pasada , por lo que tenemos que superar nuestra
herencia genetica . Ya tenemos el conocimiento para empezar a

lograr esto , algo que
estoy comprometido a hacer .
• Mi cuerpo es temporal . Sus particulas vuelcan casi por completo todos los meses.
Solo el patron de mi cuerpo y el cerebro tiene continuidad.
• Debemos tratar de mejorar estos patrones mediante la optimizacion de la salud de
nuestro cuerpo y extender el alcance de nuestras mentes. En ultima instancia , vamos
a ser capaces de ampliar enormemente nuestras facultades mentales mediante la
fusion con nuestra tecnologia .
• Necesitamos un cuerpo, pero una vez que incorporamos la fabricacion MNT en
nosotros mismos, seremos capaces de cambiar nuestros cuerpos a voluntad.
• Solo la tecnologia puede proporcionar la escala para superar los retos a los que la
sociedad humana ha luchado durante generaciones . Por ejemplo, las nuevas
tecnologias proporcionaran los medios para proporcionar y el almacenamiento de
energia limpia y renovable, la eliminacion de toxinas y agentes patogenos de nuestro
cuerpo y el medio ambiente , y proporcionando el conocimiento y la riqueza para
superar el hambre y la pobreza.
• El conocimiento es valioso en todas sus formas : la musica , el arte , la ciencia y la
tecnologia, asi como el integrado conocimiento en nuestros cuerpos y cerebros .
Cualquier perdida de este conocimiento es tragico.
• La informacion no es conocimiento. El mundo esta inundado de informacion , es el
papel de la inteligencia para encontrar y actuar sobre los modelos mas destacados .
Por ejemplo , tenemos cientos de megabits de informacion que fluye a traves de
nuestros sentidos cada segundo , la mayor parte de los cuales se forma inteligente
descartado. Unicamente los reconocimientos y puntos de vista (todas las formas de
conocimiento) que retenemos clave. Por lo tanto la inteligencia destruye

selectivamente informacion para crear conocimiento.
• La muerte es una tragedia. No es degradante para considerar a una persona como un
patron profundo (una forma de conocimiento) , que se pierde cuando el o ella muere .
Eso, al menos , es el caso hoy en dia , ya que todavia no tenemos los medios para
tener acceso y copia de seguridad de este conocimiento. Cuando la gente habla de
perder parte de si mismos cuando un ser querido muere , ellos estan hablando ,
literalmente , ya que perdemos la capacidad de utilizar eficazmente los patrones
neuronales en nuestro cerebro que tenian auto-organizado para interactuar con esa
persona.
• Una funcion primordial de la religion tradicional es deathist es , la racionalizacion
de la tragedia de la muerte como algo bueno racionalizacion - que . Malcolm
Muggeridge articula la vision comun de que " si no fuera por la muerte , la vida seria
insoportable. " Pero la explosion del arte , la ciencia y otras formas de conocimiento
que la Singularidad traera hara la vida mas llevadera , sino que hacen la vida
verdaderamente significativa .
• En mi opinion, el proposito de la vida y de nuestras vidas - es crear y apreciar cada
vez mas el conocimiento, para avanzar hacia una mayor "orden". Como he dicho en
el capitulo 2 , orden ascendente generalmente significa mayor complejidad , pero a
veces una vision profunda aumentara fin al tiempo que reduce la complejidad.
• A mi entender el proposito del universo refleja el mismo proposito que nuestras
vidas : para moverse hacia una mayor inteligencia y conocimiento . Nuestra
inteligencia humana y nuestra tecnologia son la vanguardia de esta inteligencia en
expansion (teniendo en cuenta que no somos conscientes de los competidores
extraterrestres) .

• Despues de haber llegado a un punto de inflexion , vamos a en este siglo estara listo
para infundir nuestro sistema solar con nuestra inteligencia a traves de la inteligencia
no biologica auto-replicantes . A continuacion, se extendio al resto del universo.
• Las ideas son la encarnacion y el producto de la inteligencia. Las ideas existen para
resolver casi cualquier problema que nos encontramos. Los principales problemas
que no podemos resolver son los que no podemos articular y son en su mayoria de los
que todavia no conocemos . Para los problemas que hacemos encuentro , el principal
desafio consiste en expresar con precision en las palabras (y algunas veces en las
ecuaciones) . Una vez hecho esto , tenemos la capacidad de encontrar las ideas para
enfrentar y resolver cada uno de estos problemas .
• Podemos aplicar el enorme apalancamiento proporcionado por la aceleracion de la
tecnologia . Un ejemplo notable es el logro de la extension radical de la vida a traves
de " un puente a un puente a un puente " (aplicacion de los conocimientos de hoy
como puente con la biotecnologia, que a su vez nos va a salvar a la era de la
nanotecnologia) [4] Esto ofrece una manera de vivir indefinidamente ahora , a pesar de
que aun no tenemos todos los conocimientos necesarios para la extension de vida
radical. En otras palabras, no tenemos que resolver todos los problemas de hoy .
Podemos anticipar la capacidad de las tecnologias que estan llegando - en cinco o
diez anos o veinte - y trabajar esto en nuestros planes. Asi es como yo diseno mis
propios proyectos de tecnologia , y podemos hacer lo mismo con los grandes
problemas de la sociedad y con nuestras propias vidas.
Contemporaneo filosofo Max More describe el objetivo de la humanidad como una
trascendencia que " logrado a traves de la ciencia y la tecnologia dirigida por los

valores humanos. " 5 Mas observacion de cita a Nietzsche "El hombre es una cuerda,
fijada entre el animal y el superhombre - una cuerda sobre un abismo. " Podemos
interpretar Nietzsche que senalar que se ha avanzado mas alla de otros animales,
mientras que aspira a convertirse en algo mucho mayor . Podriamos considerar que la
referencia de Nietzsche al abismo para aludir a los peligros inherentes a la tecnologia,
que me dirijo en el proximo capitulo .
Mas ha , al mismo tiempo expreso su preocupacion de que anticipar la Singularidad
podria engendrar una pasividad en el tratamiento de los problemas de hoy . " 6
Porque la enorme capacidad de superar los problemas ancestrales esta en el
horizonte , puede haber una tendencia a crecer separado de lo mundano , el presente
preocupaciones cotidianas. comparto la mas antipatia hacia " Singularitarianism
pasiva , " una de las razones de una actitud activa es que la tecnologia es un arma de
doble filo y , como tal, siempre tiene la posibilidad de ir mal , ya que surge hacia la
Singularidad, con consecuencias muy perturbadoras . Incluso los pequenos retrasos
en la aplicacion de las nuevas tecnologias pueden condenar a millones de personas a
que persistan los sufrimientos y la muerte. Como un ejemplo de muchos retrasos
regulatorios , el exceso en la aplicacion de terapias que salvan vidas terminan
costando muchas vidas. (perdemos a millones de personas por ano en todo el mundo
desde enfermedades del corazon solo.)
Mas tambien se preocupa por una rebelion cultural " seducido por impulsos religiosos
y culturales de la" estabilidad " la "paz" y contra la " arrogancia " y " lo desconocido"
que pueden descarrilar acceleration.7 tecnologica En mi opinion, cualquier
descarrilamiento importante del avance general de la tecnologia es poco probable.

Incluso los acontecimientos trascendentales , como las dos guerras mundiales (en las
que el orden de cien millones de personas murieron), la guerra fria , y numerosos
trastornos economicos, culturales y sociales no han podido hacer la menor mella en el
ritmo de las tendencias de la tecnologia . Pero los reflexivos , sentimientos
antitecnologia irreflexivas cada vez que se expresaron en el mundo de hoy hacer
tienen el potencial de exacerbar mucho sufrimiento .

Aún Humano?

Algunos observadores se refieren al periodo posterior a la singularidad como "
posthumano ", y se refiere a la anticipacion de este periodo como posthumanismo .
Sin embargo , para mi ser humano significa ser parte de una civilizacion que busca
extender sus fronteras . Ya estamos llegando mas alla de nuestra biologia ganando
rapidamente las herramientas para reprogramar y aumentarlo . Si consideramos un ser
humano modificado con la tecnologia como no humano , .donde trazamos la linea
que define ? Es un ser humano con un corazon bionico siendo humanos ? .Que tal
una persona con un implante neurologico? .Que pasa con dos implantes neurologicos
? .Y alguien con diez nanobots en el cerebro ?
.Como unos 500 millones de nanobots ? .Hay que establecer un limite en 650
millones de nanobots : debajo de eso, sigues siendo humano y otra vez que , eres
posthumano ?
Nuestra fusion con nuestra tecnologia tiene aspectos de un terreno resbaladizo , pero
uno que se desliza hacia una mayor promesa , no hacia abajo en el abismo de
Nietzsche. Algunos observadores se refieren a esta fusion como la creacion de una
nueva "especie ". Pero la idea de una especie es un concepto biologico , y lo que
estamos haciendo es trascender la biologia . La transformacion se basa la

Singularidad no es mas que otro en una larga lista de pasos en la evolucion biologica.
Estamos volteando la evolucion biologica por completo.
Bill Gates: Estoy de acuerdo con que el 99 por ciento . Lo que me gusta acerca de sus
ideas es que se basan en la ciencia, pero su optimismo es casi una fe religiosa. Soy
optimista tambien .
RAY : Si , bueno , necesitamos una nueva religion. Una de las funciones principales
de la religion ha sido racionalizar la muerte, ya que hasta ahora no habia mucho mas
constructivo que podriamos hacer al respecto.
BILL: .Cuales serian los principios de la nueva religion sera?
RAY : Nos queremos seguir dos principios : uno de la religion tradicional y una de
las artes y las ciencias seculares - de la religion tradicional, el respeto a la conciencia
humana.
BILL: Ah si, la regla de oro .
RAY : Si, nuestra moral y el sistema legal se basa en el respeto a la conciencia de los
demas. Si he herido a otra persona , que se considera inmoral y probablemente ilegal ,
porque he causado sufrimiento a otra persona consciente. Si destruyo la propiedad,
por lo general es aceptable si es mi propiedad, y la razon principal es inmoral e ilegal
si la propiedad de que la otra persona se debe a que he causado sufrimiento no a la
propiedad, sino a la persona ser dueno de ella .
BILL : .Y el principio secular?
RAY : De las artes y las ciencias , es la importancia del conocimiento. El
conocimiento va mas alla de la informacion. Es una informacion que tenga
significado para las entidades conscientes: la musica, el arte, la literatura, la ciencia,
la tecnologia . Estas son las cualidades que ampliaran de las tendencias que estoy
hablando .
BILL : Tenemos que escapar de las historias adornadas y extranos en las religiones
contemporaneas y concentrarse en algunos mensajes simples.

Necesitamos un lider
carismatico para esta nueva religion.
RAY : Un lider carismatico es parte del viejo modelo . Eso es algo que queremos
escapar.
BILL: Bueno, un equipo carismatico , entonces. RAY : .Que tal un sistema operativo
carismatico ?
BILL: Ha, ya tenemos eso. Entonces, .hay un Dios en esta religion ?
RAY : Todavia no, pero habra . Una vez que saturar la materia y la energia en el
universo con la inteligencia , se " despierta ", ser consciente y sublimemente
inteligente. Eso es lo mas cercano a Dios que puedo imaginar.
BILL: Eso va a ser la inteligencia de silicio, no la inteligencia biologica.
RAY : Bueno, si , vamos a superar la inteligencia biologica. Nos fusionamos con el
primero , pero en ultima instancia, la parte no biologica de nuestra inteligencia
predominara . Por cierto , no es probable que sean de silicio, sino algo asi como los
nanotubos de carbono .
BILL: Si , entiendo -Estoy solo en referencia a que la inteligencia de silicio ya que la
gente entiende lo que eso significa . Pero no creo que eso va a ser conscientes en el
sentido humano .
RAY : .Por que no ? Si imitamos en la que se detallan de manera que sea necesario
todo lo que sucede en el cerebro y el cuerpo humano y crear instancias de estos
procesos en otro sustrato, y luego , por supuesto, ampliamos considerablemente , .por
que no seria consciente?
Bill: Oh , sera consciente. Creo que sera un tipo diferente de conciencia.
RAY : Tal vez este es el 1 por ciento no estamos de acuerdo en . .Por que seria
diferente?
BILL: Dado que las computadoras pueden fusionar al instante. Diez equipos - o un
millon de computadoras - puede convertirse en uno , la computadora mas rapido y

mayor . Como seres humanos , no podemos hacer eso. Cada uno tiene una
individualidad distinta que no se puede salvar .
RAY : Eso es una limitacion de la inteligencia biologica. La distincion infranqueable
de la inteligencia biologica no es un plus. Inteligencia "Silicon " puede tener las dos
cosas . Las computadoras no tienen en comun su inteligencia y recursos. Pueden
permanecer "individuos" si asi lo desean . Silicio inteligencia puede incluso tener las
dos cosas mediante la fusion y la retencion de individualidad al mismo tiempo. Como
seres humanos , tratamos de combinar con otros tambien , pero nuestra capacidad de
lograr esto es fugaz.
BILL: Todo lo valioso es fugaz .
RAY : Si , pero es reemplazado por algo de mayor valor .
BILL : Es cierto, es por eso que tenemos que seguir innovando .

La enojosa cuestión de la Conciencia

Si pudiera estallar el cerebro hasta el tamano de un molino y caminar en el interior,
que no encontrara conciencia. -G. W. Leibniz
Puede uno recordar el amor ? Es como tratar de evocar el aroma de las rosas en un
sotano . Es posible que vea una rosa, pero nunca el perfume. -ARTHUR MILLER[8]
En uno de primera y mas simple intento de filosofar , uno se enreda en cuestiones de
si cuando se sabe algo , se sabe que uno lo sabe , y lo que, cuando uno esta pensando
en si mismo, se esta pensado y lo que esta haciendo el pensamiento . Despues uno se
ha sorprendido y golpeado por este problema desde hace mucho tiempo , uno aprende
no presionar estas preguntas : el concepto de un ser consciente es , implicitamente , se
dio cuenta de que ser diferente a la de un objeto inconsciente. Al decir que un ser
consciente sabe algo , estamos diciendo no solo que el lo sabe, pero que el sabe que el
lo sabe, y que el sabe que el sabe que el lo sabe, y asi sucesivamente , siempre y
cuando nos preocupamos de plantear la pregunta: . existe ,

reconocemos , un infinito
aqui , pero no es un regreso al infinito en el mal sentido , porque es la pregunta que se
agotan , como sin sentido, en lugar de las respuestas.
-J . R. LUCAS , filosofo de Oxford , en sus 1.961 ENSAYO MINDS ", MAQUINAS,
Y Godel " 9
Los suenos son reales mientras duran , .podemos decir algo mas de la vida? -
HAVELOCK
Seran las futuras maquinas sean capaces de tener experiencias emocionales y
espirituales ? Hemos hablado de varios escenarios de la inteligencia no biologica para
mostrar toda la gama de emociones rica comportamiento exhibido por los humanos
biologicos hoy. A finales de la decada de 2020 habremos completado la ingenieria
inversa del cerebro humano , lo que nos permitira crear sistemas no biologicos que
igualar y superar la complejidad y sutileza de los seres humanos , incluyendo la
inteligencia emocional.
Un segundo escenario es que podriamos subir los patrones de un ser humano real en
un sustrato biologico no apropiado pensar . Una tercera , y la mas convincente ,
escenario implica la progresion gradual pero inexorable de los seres humanos a si
mismos de que no biologica biologica . Eso ya ha comenzado con la introduccion
benigna de dispositivos tales como implantes neuronales para mejorar discapacidades
y enfermedades. Se avanzara con la introduccion de nanobots en el torrente
sanguineo , que se desarrollo inicialmente para aplicaciones medicas y antiaging.
Nanobots mas sofisticados Mas tarde se interactuar con nuestras neuronas biologicas
para aumentar nuestros sentidos , proporcionar realidad virtual y aumentada desde
dentro del sistema nervioso , ayudar a nuestras memorias , y proporcionar otras tareas
cognitivas de rutina . Entonces seremos cyborgs , y desde ese

punto de apoyo en el
cerebro, la parte no biologica de nuestra inteligencia a ampliar sus poderes de manera
exponencial. Como he dicho en los capitulos 2 y 3 vemos un crecimiento exponencial
continuo de todos los aspectos de la tecnologia de la informacion, incluyendo el
precio - rendimiento, la capacidad y la velocidad de adopcion. Dado que la masa y la
energia necesarios para calcular y comunicar cada bit de informacion son
extremadamente pequenas (vease el capitulo 3) , estas tendencias pueden continuar
hasta que nuestra inteligencia no biologica supera con mucho la de la parte biologica.
Desde nuestra inteligencia biologica esta determinada esencialmente en su capacidad
(a excepcion de algunos relativamente modesta optimizacion de la biotecnologia), la
parte no biologica finalmente predominar. En la decada de 2040 , cuando la parte no
biologica sera miles de millones de veces mas capaces, .seguiremos vinculamos
nuestra conciencia a la parte biologica de nuestra inteligencia ?
Esta claro que las entidades no biologicas se dicen tener experiencias emocionales y
espirituales , asi como lo hacemos hoy. Ellos -nosotros- vamos a pretender ser
humano y tener una amplia gama de experiencias emocionales y espirituales que los
humanos dicen tener . Y estas no seran las reclamaciones ociosos , sino que se
evidencia el tipo de comportamiento rica , compleja y sutil asociado con tales
sentimientos.
Pero, .como estas afirmaciones y comportamientos de peso , ya que se - se refieren a
la experiencia subjetiva de los seres humanos no biologicos ? Nos seguimos
regresando a la cuestion muy real, pero en ultima instancia no se puede medir (por
medio de forma objetiva) de la conciencia. Se habla mucho de la conciencia como si
fuera una propiedad clara de una entidad que pueden ser

facilmente identificados ,
detectados y calibrados . Si hay una idea fundamental que podemos hacer con
respecto a por que el tema de la conciencia es tan polemico , es el siguiente :
No existe ninguna prueba objetiva que se puede determinar de forma concluyente su
presencia .
La ciencia trata de mediciones objetivas y sus consecuencias logicas, sino la
naturaleza misma de la objetividad es que no se puede medir la experiencia subjetivaque
solo se puede medir la correlacion de la misma, tales como el comportamiento (y
por el comportamiento, incluyo internos es el comportamiento que, las acciones de
los componentes de una empresa , tales como las neuronas y sus muchas piezas) .
Esta limitacion tiene que ver con la naturaleza misma de los conceptos de
"objetividad " y " subjetividad ". Fundamentalmente no podemos penetrar en la
experiencia subjetiva de otra entidad con la medicion objetiva directa. Desde luego,
podemos argumentar al respecto , como por ejemplo , " mirar dentro del cerebro de
esta entidad no biologica ; ver como sus metodos son como los de un cerebro
humano. " O: " Ver como su comportamiento es igual que el comportamiento
humano. " Pero al final , estos siguen siendo solo argumentos. No importa como
convencer a la conducta de una persona no biologica , algunos observadores se
niegan a aceptar la conciencia de esa entidad a menos que eyacula neurotransmisores,
se basa en la sintesis de la proteina DNA - dirigida, o tiene algun otro atributo
biologico humano especifico .
Suponemos que los demas seres humanos son conscientes, pero incluso eso es una
suposicion. No hay consenso entre los seres humanos sobre la conciencia de las
entidades no humanas , como animales superiores. Tenga en

cuenta los debates sobre
los derechos de los animales , que tienen mucho que ver con si los animales no tienen
conciencia o simplemente cuasi maquinas que funcionan por "instinto ". La cuestion
sera aun mas polemica con respecto a las futuras entidades no biologicas que exhiben
comportamiento y la inteligencia aun mas parecidos a los humanos que los de los
animales.
De hecho, estas futuras maquinas seran mas parecidos a los humanos que los
humanos de hoy . Si esto parece una afirmacion paradojica , tenga en cuenta que gran
parte del pensamiento humano hoy en dia es menor y derivados. Nos maravillamos
ante la capacidad de Einstein para evocar la teoria de la relatividad general de un
experimento de pensamiento o la capacidad de Beethoven imaginar sinfonias que el
nunca podia oir. Pero estos casos de pensamiento humano en su mejor momento son
escasos y fugaces ; (Afortunadamente contamos con un registro de estos momentos
fugaces , lo que refleja una capacidad clave que ha separado a los humanos de otros
animales.) Nuestros seres futuros principalmente no biologicos seran mucho mas
inteligentes y por lo exhibira estas cualidades sutiles del pensamiento humano a un
grado mucho mayor .
Entonces, .como vamos a llegar a un acuerdo con la conciencia de que se solicite por
la inteligencia no biologica ? Desde un punto de vista practico se aceptaran las
reclamaciones. Por un lado, "ellos" estaran con nosotros , asi que no habra
distinciones claras entre la inteligencia biologica y no biologica . Ademas , estas
entidades no biologicas seran muy inteligente, por lo que sera capaz de convencer a
otros seres humanos (biologicos , no biologicos , o algo intermedio) que son
conscientes . Ellos tienen todas las senales emocionales delicados

que nos convencen
hoy de que los humanos son conscientes . Ellos seran capaces de hacer otras personas
reir y llorar. Y ellos se enojan si los demas no aceptan sus afirmaciones. Pero esto es
fundamentalmente una prediccion politica y psicologica , no es un argumento
filosofico .
Yo discrepo con aquellos que sostienen que la experiencia subjetiva o bien no existe o
es una cualidad no esencial que con seguridad se puede ignorar. La cuestion de quien
o que esta consciente y la naturaleza de las experiencias subjetivas de los demas son
fundamentales para nuestros conceptos de la etica , la moral y el derecho . Nuestro
sistema legal se basa en gran medida en el concepto de la conciencia, con una
atencion especial gravedad pagado a las acciones que causan sufrimiento - una forma
especialmente grave de la experiencia consciente - a un
(consciente) humano o tal
fin, la experiencia consciente de un ser humano (por ejemplo, asesinato) .
Ambivalencia humana en relacion con la capacidad de los animales a sufrir se refleja
en la legislacion tambien. Tenemos leyes contra la crueldad animal, con mayor
enfasis que se da a los animales mas inteligentes , como los primates (aunque parece
que tenemos un punto ciego en lo que respecta a los animales masivo sufrimiento
implicado en la agricultura industrial , pero eso es tema de otro tratado) .
Mi punto es que no podemos descartar con seguridad la cuestion de la conciencia
como una mera preocupacion filosofica educado. Es el nucleo de la base juridica y
moral de la sociedad. El debate va a cambiar cuando una inteligencia puede maquina
no biologica argumentar persuasivamente por si solo que / el / ella tiene sentimientos
que deben ser respetados . Una vez que pueda hacerlo con un sentido del humor , lo

cual es particularmente importante para convencer a los demas de la propia
humanidad , es probable que se gano el debate.
Espero que el cambio real en nuestro ordenamiento juridico vendra inicialmente de
litigios en lugar de la legislacion , como los litigios a menudo precipita tales
transformaciones. En un precursor de lo que esta por venir , el abogado Martine
Rothblatt , socio de Mahon , Patusky , Rothblatt & Fisher , presentaron una mocion
simulacro el 16 de septiembre de 2003, para evitar que una empresa de desconectar
un equipo consciente. La mocion se argumento en un simulacro de juicio en la sesion
biocyberethics en la Asociacion Internacional de Abogados conference.[10]
Podemos medir ciertos correlatos de la experiencia subjetiva (por ejemplo, ciertos
patrones de actividad neurologica objetivamente medible objetivamente con informes
verificables de ciertas experiencias subjetivas, como escuchar un sonido) . Pero no
podemos penetrar en el nucleo de la experiencia subjetiva a traves de mediciones
objetivas. Como ya he mencionado en el capitulo 1 , se trata de la diferencia entre la
tercera persona la experiencia "objetivo" , que es la base de la ciencia, y en primera
persona la experiencia " subjetiva ", que es sinonimo de conciencia.
Considere que no somos capaces de experimentar realmente las experiencias
subjetivas de los demas. La tecnologia de experiencia - radiante de 2029 permitira
que el cerebro de una persona para experimentar solo las experiencias sensoriales (y,
potencialmente, algunos de los correlatos neurologicos de emociones y otros aspectos
de la experiencia) de otra persona . Pero eso sigue sin transmitir la misma
experiencia interna como la sufrida por la persona que esta enviando la experiencia,
porque su cerebro es diferente. Todos los dias escuchamos informes sobre las

experiencias de los demas, y podemos incluso sentir empatia en respuesta al
comportamiento que resulta de sus estados internos . Pero debido a que estamos
expuestos solo a la conducta de los demas , solo podemos imaginar sus experiencias
subjetivas. Debido a que es posible construir un perfectamente coherente,
cosmovision cientifica que omite la existencia de la conciencia, algunos observadores
llegan a la conclusion de que es solo una ilusion.
Jaron Lanier, el pionero de la realidad virtual, en desacuerdo (en el tercero de sus seis
objeciones a lo que el llama " totalitarismo cibernetico " en su tratado " La mitad de
un Manifiesto ") con los que sostienen " que la experiencia subjetiva o bien no
existe , o no es importante debido a que es una especie de efecto de ambiente o
periferica . " [11]
Como he senalado , no hay ningun dispositivo o sistema podemos postular que
definitivamente podria detectar la subjetividad (la experiencia consciente) asociado a
una entidad. Cualquier dispositivo supuesto tendria supuestos filosoficos
incorporados. Aunque no estoy de acuerdo con gran parte del tratado de Lanier (vease
la "Critica de Software" , en el capitulo 9) , estoy de acuerdo con el en este asunto y
ni imaginar (y empatizar con !) Sus sentimientos de frustracion en los dictamenes de
" totalists ciberneticos " como yo (no es que yo acepto esta caracterizacion) .[12] como
Lanier incluso acepto la experiencia subjetiva de los que sostienen que no hay tal
cosa como una experiencia subjetiva .
Precisamente porque no podemos resolver los problemas de conciencia enteramente a
traves de la medicion objetiva y analisis (Ciencias), existe un papel fundamental
para la filosofia. La conciencia es la pregunta ontologica mas importante. Despues de
todo, si realmente imaginar un mundo en el que no hay experiencia

subjetiva (un
mundo en el que hay remolinos de cosas, pero ninguna entidad consciente para
experimentarlo), puede ser que tambien no existe ese mundo. En algunas tradiciones
filosoficas, tanto del Este (ciertas escuelas de pensamiento budista , por ejemplo), y
Oeste (interpretaciones especificamente, observador de base de la mecanica cuantica)
que es exactamente lo que se considera un mundo .
RAY : Podemos debatir que tipo de entidades son o pueden ser consciente. Podemos
discutir sobre si la conciencia es una propiedad emergente o causado por algun
mecanismo especifico , biologicas o de otra manera . Pero hay otro misterio asociado
con la conciencia, tal vez el mas importante.
MOLLY 2004 : De acuerdo, soy todo oidos .
RAY : Bueno, incluso si asumimos que todos los seres humanos que parecen ser
conscientes de hecho son , .por que es mi conciencia asociada con esta persona en
particular , yo? .Por que estoy consciente de esta persona en particular que leen libros
de Tom Swift Jr. como un nino, me involucre con los inventos , escribe libros sobre la
futuro , y asi sucesivamente ? Cada manana que me despierto, tengo la experiencia de
esta persona en concreto. .Por que no iba yo Alanis Morissette o alguien mas?
SIGMUND FREUD : Hmm , por lo que le gustaria ser Alanis Morissette ?
RAY : Eso es una propuesta interesante , pero ese no es mi punto.
MOLLY 2004 : .Cual es tu punto? No entiendo.
RAY : .Por que soy consciente de las experiencias y las decisiones de esta persona en
particular ?
MOLLY 2004 : Porque , tonto , eso es lo que eres.
SIGMUND : Parece que hay algo en ti que no te gusta . Cuentame mas sobre eso.
MOLLY 2004 : Anteriormente, Ray no le gustaba ser humano completo.
RAY : Yo no he dicho que no me gusta ser humano . Le dije que no me gustaba de las

limitaciones, problemas y alto nivel de mantenimiento de mi version de carroceria1.0
Pero todo esto es al lado del punto que estoy tratando de hacer aqui .
CHARLES DARWIN : Uno se pregunta por que eres ? Eso es una tautologia , no hay
mucho que preguntarse acerca .
RAY : Al igual que muchos intentos de expresar los problemas realmente " duras" de
la conciencia , esto esta sonando sin sentido. Pero si me preguntas lo que realmente
me pregunto , es la siguiente: .por que estoy continuamente consciente de
experiencias y sentimientos de esa persona en particular? En cuanto a la conciencia
de otras personas , lo acepto , pero no experimento experiencias de otras personas , y
no directamente de todos modos.
SIGMUND : Bueno , me estoy poniendo un cuadro mas claro ahora . No experimenta
experiencias de otras personas ? .Alguna vez has hablado con alguien acerca de la
empatia ?
RAY : Mira, yo estoy hablando de la conciencia ahora de una manera muy personal.
SIGMUND : Muy bien , sigue adelante.
RAY : En realidad, este es un buen ejemplo de lo que normalmente sucede cuando las
personas tratan de tener un dialogo acerca de la conciencia . La discusion
inevitablemente se desvia en otra cosa, como la psicologia o la conducta o la
inteligencia o la neurologia. Pero el misterio de por que soy esta persona en particular
es lo que realmente me pregunto .
CHARLES : .Sabe usted crea que eres.
RAY : Si , eso es cierto. Asi como nuestros cerebros crean nuestros pensamientos ,
nuestros pensamientos , a su vez crean nuestros cerebros .
CHARLES : .Asi que usted ha hecho a si mismo , y es por eso que somos lo que
somos, por asi decirlo.
MOLLY 2104: Experimentamos que muy directa en 2104. Ser no biologica , soy

capaz de cambiar lo que soy bastante facilidad . Como hemos comentado
anteriormente , si estoy de humor , puedo combinar mis patrones de pensamiento con
otra persona y crear una identidad fusionada. Es una experiencia profunda .
MOLLY 2004 : Bueno, Miss Molly del futuro, lo hacemos en los tiempos primitivos
de 2004 tambien . Lo llamamos enamoramiento. .Quien soy yo ? .Que soy yo? .Por
que eres tu?

– **LA PREGUNTA IMPLICADA**

– (JOVENES unitarios universalistas RELIGIOSAS) , una organizacion que
era activa en CUANDO yo era nino en los anos 1960 TEMPRANA (IT llamaba entonces LRY , JUVENTUD religiosas liberales) .
Lo que se busca es que este buscando . -San Francisco de Asis
No estoy al tanto de muchas cosas
Yo se lo que se si sabes lo que quiero decir .
La filosofia es la charla en una caja de cereal.
La religion es la sonrisa de un perro ....
La filosofia es un paseo por las rocas resbaladizas.
La religion es una luz en la niebla ....
Lo que soy es lo que soy.
.Eres lo que eres o que?
- Edie Brickell , " lo que soy"
La libertad de la voluntad es la capacidad de hacer con mucho gusto lo que debo
hacer. - CARL JUNG
La posibilidad de que el teorico cuantico no es la libertad etica de los agustinos . -
NORBERT WEINER[13]
Yo preferiria una muerte ordinaria , la inmersion con unos amigos en un barril de
Madeira, hasta ese momento , y luego se recordo a la vida por el calor solar de mi
querido pais! Pero con toda probabilidad , vivimos en un siglo muy poco avanzada, y
demasiado cerca de la infancia de la ciencia, para ver un arte , interpuesto en nuestro
tiempo a su perfeccion . - BENJAMIN FRANKLIN , 1773
Una cuestion conexa pero distinta tiene que ver con nuestra propia identidad . Hemos
hablado antes sobre la posibilidad de cargar los patrones de la

mente - conocimiento
individual , las habilidades , la personalidad , la memoria a otro sustrato . Aunque la
nueva entidad actuaria igual que yo, la pregunta sigue siendo: .es realmente yo?
Algunos de los escenarios para la extension radical de la vida implican la reingenieria
y la reconstruccion de los sistemas y subsistemas que nuestros cuerpos y cerebros
componen . Al tomar parte en esta reconstruccion , pierdo mi auto en el camino? Una
vez mas , esta cuestion se transformara de un dialogo filosofico secular a la practica
urgente en las proximas decadas .
Entonces, .quien soy yo? Desde que estoy en constante cambio, soy solo un patron ?
.Que pasa si alguien copia ese modelo ? .Soy el original y / o la copia ? Tal vez yo
soy esto esta aqui - que , tanto la coleccion ordenada y caotico de las moleculas que
componen el cuerpo y el cerebro.
Pero hay un problema con esta posicion. El conjunto especifico de las particulas que
mi cuerpo y el cerebro forman en realidad son completamente diferentes de los
atomos y moleculas que comprendia hasta hace poco tiempo. Sabemos que la
mayoria de nuestras celulas se entregan en cuestion de semanas , e incluso nuestras
neuronas , que persisten como celulas diferenciadas de un tiempo relativamente largo,
sin embargo, cambiar la totalidad de sus moleculas constituyentes dentro de un
month.14 La vida media de un microtubulos (un filamento de proteina que
proporciona la estructura de una neurona) es de unos diez minutos. Los filamentos de
actina en las dendritas son reemplazadas aproximadamente cada cuarenta segundos.
Las proteinas que el poder de las sinapsis son reemplazados cada hora . Receptores
NMDA en las sinapsis se quedan por un numero relativamente largos cinco dias.
Asi que estoy un conjunto completamente diferente de las cosas

que yo hace un mes,
y todo lo que persiste es el patron de organizacion de esas cosas . Los cambios en el
patron tambien , pero lentamente y en un proceso continuo . Me gusta bastante el
diseno que hace que el agua en un arroyo , ya que corre mas alla de las rocas en su
camino. Las moleculas reales de agua cambian cada milesima de segundo , pero el
patron persiste durante horas o incluso anos .
Tal vez, por lo tanto, habria que decir que soy un modelo de materia y energia que
persiste en el tiempo . Pero hay un problema con esta definicion , tambien, ya que en
ultima instancia poder subir este patron para replicar mi cuerpo y el cerebro a un
nivel suficientemente alto grado de precision que la copia es indistinguible de la
original. (Es decir, la copia podria aprobar una " Ray Kurzweil " prueba de Turing .)
La copia , por lo tanto , compartira mi patron. Uno podria contrarrestar que no
podemos obtener todos los detalles correctos, pero a medida que pasa el tiempo los
intentos de crear una replica neural y el cuerpo se incrementara en la resolucion y
precision al mismo ritmo exponencial que gobierna todas las tecnologias basadas en
la informacion. En ultima instancia, vamos a ser capaces de capturar y volver a crear
mi patron de salientes detalles neuronales y fisica en un grado de precision deseado .
Aunque la copia comparte mi patron , seria dificil decir que la copia de mi porque yo
o todavia podia estar aqui. Incluso se puede escanear y copiar mi mientras yo dormia.
Si vienes a mi por la manana y dice: " Buenas noticias , Ray , te hemos reinstantiated
con exito en un sustrato mas duradera , por lo que no vamos a necesitar su viejo
cuerpo y el cerebro mas" Puedo discrepar .
Si lo hace el experimento de pensamiento, esta claro que la copia puede verse y
actuar como yo, pero no es , sin embargo, me . Ni siquiera sepa que

fue creado . A
pesar de que tendria todos mis recuerdos y recuerdo haber sido yo , desde el
momento de su creacion Ray 2 tendria sus propias experiencias unicas, y su realidad
empezaba a separarse de la mia.
Este es un problema real con respecto a la crionica (el proceso de conservacion por
congelacion de una persona que acaba de morir , con miras a " reanimar " a el mas
tarde, cuando existe la tecnologia para revertir el dano de las primeras etapas del
proceso de la muerte , la crionica proceso de conservacion, y la enfermedad o
condicion que lo mato en el primer lugar) . Suponiendo que una persona "
preservado " en ultima instancia, se reanimo , muchos de los metodos propuestos
implican que la persona reanimado se centrara principalmente en " reconstruido " con
nuevos materiales e incluso totalmente nuevos sistemas neuromorphically
equivalentes. La persona sera reanimado , por lo tanto , ser efectivamente "Ray 2 " (es
decir, alguien mas) .
Ahora vamos a seguir esta linea de pensamiento un poco mas , y vera donde surge el
dilema. Si me copiamos y luego destruir el original, que es el final de mi, porque a
medida que llegamos a la conclusion sobre la copia no soy yo . Dado que la copia va
a hacer un trabajo convincente de mi haciendose pasar , nadie puede saber la
diferencia , pero es , sin embargo, el final de mi .
Considere reemplazar una pequena parte de mi cerebro con su equivalente
neuromorfica.
Bueno, yo sigo aqui : la operacion se ha realizado correctamente (por cierto, nanobots
eventualmente hacer esto sin cirugia). Sabemos personas les gusta esto ya, como los
que tienen implantes cocleares , implantes para la enfermedad de Parkinson y otros.
Ahora reemplace otra parte de mi cerebro : esta bien , todavia

estoy aqui ... y otra vez
.... Al final del proceso , sigo siendo yo mismo. Nunca hubo un "Ray viejo" y "nuevo
Ray, " Yo soy el mismo que era antes. Nunca nadie me extranaba, incluyendome a mi.
La sustitucion gradual de los resultados Ray en Ray , por lo que la conciencia y la
identidad parece haber sido preservada. Sin embargo , en el caso de sustitucion
gradual no hay simultanea de edad mi y nuevo yo . Al final del proceso que tiene el
equivalente de la nueva mi (es decir, Ray 2) y no me de edad (Ray 1) . Asi
sustitucion gradual tambien significa el final de mi . Por lo tanto, podriamos
preguntarnos : .En que momento mi cuerpo y el cerebro se convierten en otra
persona?
Por otro lado (nos estamos quedando sin manos filosoficos aqui) , como senale al
comienzo de esta cuestion, de hecho estoy siendo reemplazados continuamente como
parte de un proceso biologico normal. (Y , por cierto , que el proceso no es muy
gradual, pero bastante rapida .) Como conclusion , lo unico que persiste es mi patron
espacial y temporal de la materia y la energia . Pero el experimento anterior muestra
que la sustitucion gradual significa el final de mi , incluso si se conserva mi patron.
Asi que estoy constantemente siendo sustituido por otra persona que apenas se parece
mucho a la que me de unos momentos antes?
Asi que , de nuevo, .quien soy yo ? Es la pregunta ontologica definitiva , y que a
menudo se refieren a ella como la cuestion de la conciencia. He conscientemente
(nunca mejor dicho) su enunciado el problema en su totalidad en la primera persona,
porque esa es su naturaleza. No es una cuestion de tercera persona . Asi que mi
pregunta no es " .quien eres? " aunque es posible que desee hacer esta pregunta a si
mismo .

Cuando la gente habla de la conciencia que a menudo caen en consideraciones de
correlatos neurologicos y de comportamiento de conciencia (por ejemplo, si una
entidad puede ser auto-reflexivo) . Pero estas son cuestiones de tercera persona
(objetiva) y no representan lo que David Chalmers llama la " pregunta dificil " de la
conciencia: .como puede la materia (el cerebro) conducen a algo tan aparentemente
inmaterial como la conciencia [15] ?
La cuestion de si una entidad es consciente es evidente solo a si mismo. La diferencia
entre los correlatos neurologicos de la conciencia (como comportamiento inteligente)
y la realidad ontologica de la conciencia es la diferencia entre la realidad objetiva y
subjetiva. Es por eso que no podemos proponer un detector de conciencia objetiva y
sin presupuestos filosoficos incorporados.
Yo creo que los seres humanos llegaran a aceptar que las entidades no biologicas son
conscientes , porque en ultima instancia, las entidades no biologicas tendran todas las
senales sutiles que los humanos actualmente poseen y que asociamos con
experiencias subjetivas emocionales y otros . Sin embargo, si bien vamos a ser
capaces de verificar las senales sutiles , no tendremos acceso directo a la conciencia
implicita . Voy a reconocer que muchos de ustedes parece consciente de mi, pero no
debe ser demasiado rapida para aceptar esta impresion. Tal vez estoy realmente
viviendo en una simulacion , y tu eres parte de ella.
O tal vez es solo mis recuerdos de ti que existen, y estas experiencias reales nunca
tuvo lugar.
O tal vez estoy solo ahora experimentando la sensacion de recordar recuerdos
aparentes , pero ni la experiencia ni los recuerdos realmente existo . Bueno , se ve el
problema.
A pesar de estos dilemas de mi filosofia personal se mantiene en

base a patternism -
Yo soy principalmente un patron que persiste en el tiempo. Soy un patron de
evolucion, y yo puedo influir en el curso de la evolucion de mi patron. El
conocimiento es un patron, a diferencia de la mera informacion , y la perdida de
conocimiento es una perdida profunda . Por lo tanto , la perdida de una persona es la
perdida definitiva .
MOLLY 2004 : En lo que a mi respecta , lo que soy es bastante sencillo - es
basicamente el cerebro y el cuerpo , que al menos este mes esta en muy buena forma ,
gracias.
RAY : .Esta usted, incluyendo los alimentos en el tracto digestivo, en sus diferentes
etapas de descomposicion en el camino?
MOLLY 2004 : De acuerdo , puede excluir que . Algunos de ellos se convertiran en
mi, pero no se ha inscrito aun en el " parte de Molly " club.
RAY : Bueno , el 90 por ciento de las celulas de su cuerpo no tiene su ADN. MOLLY
2004 : .Es asi ? Solo cuyo ADN es, entonces ?
RAY : los humanos biologicos tienen cerca de diez billones de celulas con su propio
ADN , pero hay cerca de cien trillones de microorganismos en el tracto digestivo ,
fundamentalmente bacterias.
MOLLY 2004 : No suena muy atractivo. .Son del todo necesario ?
RAY : En realidad son parte de la sociedad de las celulas que hacen que Molly viva y
floreciente . Usted no podria sobrevivir sin las bacterias intestinales saludables.
Suponiendo que la flora intestinal estan en buen equilibrio , son necesarios para su
bienestar.
MOLLY 2004 : De acuerdo, pero no me considero como yo. Hay un monton de cosas
que mi bienestar depende. Como mi casa y mi coche, pero yo todavia no lo considero
como parte de mi.
RAY : Muy bien, es razonable dejar a todo el contenido del tubo digestivo , las

bacterias y todo. Eso es realmente la forma en que el cuerpo lo ve. A pesar de que es
fisicamente en el interior del cuerpo , el cuerpo considera el tracto ser externa y
pantallas cuidadosamente lo que se absorbe en el torrente sanguineo .
MOLLY 2004 : . " Circulo de empatia " Al pensar mas acerca de quien soy, un poco
como de Jaron Lanier
RAY : Cuentame mas .
MOLLY 2004 : Basicamente , el circulo de la realidad que yo considero que es "yo"
no es clara. Simplemente no es mi cuerpo. Tengo identificacion limitada con,
digamos, mis dedos de los pies y , despues de nuestra ultima discusion , y mucho
menos con el contenido de mi intestino grueso.
RAY : Eso es razonable, e incluso con respecto a nuestro cerebro que son conscientes
de solo una pequena parte de lo que sucede en ese pais.
MOLLY 2004 : Es cierto que hay partes de mi cerebro que parecen ser otra persona ,
o al menos algun otro lugar. A menudo , los pensamientos y los suenos que se
entrometen en mi conciencia parece haber venido de algun lugar extranjero . Ellos ,
obviamente, viene de mi cerebro, pero no parece de esa manera.
RAY : Por el contrario , los seres queridos que estan fisicamente separadas pueden
estar tan cerca como para parecer ser parte de nosotros mismos.
MOLLY 2004 : El limite de mi mismo esta pareciendo cada vez menos clara . RAY :
Bueno, solo tiene que esperar hasta que estemos en su mayor parte no biologica.
Entonces seremos capaces de combinar nuestros pensamientos y el pensamiento a
voluntad , por lo que la busqueda de limites sera aun mas dificil.
MOLLY 2004 : Que en realidad suena un poco atractivo. Ya sabes, algunas filosofias
budistas enfatizan la medida en que no es de por si hay un limite a lo que entre
nosotros.
RAY : Suena como si estuvieran hablando de la Singularidad .

La singularidad como Trascendencia

La modernidad ve a la humanidad como habiendo ascendido de lo que es inferior a la
que la vida comienza en el limo y termina en la inteligencia , mientras que los
cultivos tradicionales ven como desciende de sus superiores. Como el antropologo
Marshall Sahlins dice al respecto: " . Nosotros somos los unicos que suponer que
hemos ascendido de los simios Todo el mundo da por sentado que ellos son
descendientes de los dioses. " - HUSTON SMITH[16]
Algunos filosofos sostienen que la filosofia es lo que hace a un problema hasta que es
lo suficientemente clara para solucionarlo haciendo ciencia. Otros sostienen que si un
problema filosofico sucumbe a los metodos empiricos , que muestra que no era
realmente filosofica , para empezar. - JERRY A. FODOR[17]
La singularidad denota un evento que se llevara a cabo en el mundo material , el
siguiente paso inevitable en el proceso evolutivo que comenzo con la evolucion
biologica y se ha extendido a traves de la evolucion tecnologica humana -dirigido.
Sin embargo, es precisamente en el mundo de la materia y la energia que nos
encontramos con la trascendencia, una connotacion principal de lo que la gente se
refiere a la espiritualidad . Vamos a considerar la naturaleza de la espiritualidad en el
mundo fisico.
Por donde empiezo ? .Que tal con el agua? Es bastante simple, pero tenga en cuenta
las formas diversas y hermosas se manifiesta : los patrones infinitamente diferentes
ya que las cascadas mas alla de rocas en un arroyo , entonces surge caoticamente por
una cascada (todo se puede ver desde la ventana de mi oficina , por cierto), los
patrones ondulantes de las nubes en el cielo, la disposicion de la nieve en una
montana , el diseno satisfactorio de un solo copo de nieve . O pensemos en la
descripcion de Einstein de la orden y el desorden enredado en un

vaso de agua (es
decir, su tesis sobre el movimiento browniano).
O en el mundo biologico en otro lugar , tenga en cuenta la intrincada danza de
espirales de ADN durante la mitosis. .Que tal la belleza de un arbol que se dobla con
el viento y sus hojas se agitan en una danza complicada ? O el bullicioso mundo que
vemos en un microscopio ? Hay trascendencia en todas partes.
Un comentario sobre la palabra "trascendencia " esta en orden aqui. " Trascender "
significa " ir mas alla", pero esto no tiene que obligarnos a adoptar una vision dualista
adornada que respecta a los contenidos trascendentes de la realidad (por ejemplo, el
nivel espiritual) de no ser de este mundo. Podemos " ir mas alla" de las potencias
"ordinarias" del mundo material a traves del poder de los patrones . Aunque he sido
llamado un materialista , me considero un " patternist "
Es a traves de las potencias emergentes del patron que trascendemos . Dado que el
material material del que estamos hechos gira rapidamente , es el poder trascendente
de nuestros patrones que persiste.
El poder de los patrones que soportar va mas alla explicitamente auto-replicante
sistemas , tales como organismos y la tecnologia de auto-replicante . Es la
persistencia y el poder de los patrones que sustentan la vida y la inteligencia. El
patron es mucho mas importante que las cosas materiales que lo constituye .
Movimientos aleatorios en un lienzo son solo pintura. Pero cuando se dispone en la
manera correcta , que trascienden las cosas materiales y se convierten en arte . Notas
al azar son solo sonidos. Secuenciado de una manera "inspirada" , tenemos musica.
Un monton de componentes es solo un inventario. Pedido de una manera innovadora ,
y tal vez con la adicion de algunos programas (otro patron), tenemos la "magia"
(trascendencia) de la tecnologia.

Aunque algunos consideran lo que se conoce como "espiritual" como el verdadero
sentido de la trascendencia, trascendencia se refiere a todos los niveles de la realidad:
las creaciones de la naturaleza , incluyendonos a nosotros mismos , asi como nuestras
propias creaciones en forma de arte, la cultura, tecnologia, y la expresion emocional y
espiritual. Evolucion se refiere a los patrones , y es especificamente la profundidad y
el orden de los patrones que crecen en un proceso evolutivo . Como culminacion de
la evolucion en nuestro medio, la singularidad se profundizara todas estas
manifestaciones de la trascendencia.
Otra connotacion de la palabra "espiritual" es " alcohol ", es decir, ser consciente.
Conciencia de la sede de " personalness " - es considerado como lo que es real en
muchas tradiciones filosoficas y religiosas . Una ontologia budista comun considera
subjetiva consciente de la experiencia como la realidad ultima , en lugar de los
fenomenos fisicos u objetivo , que se consideran maya (ilusion) .
Los argumentos que hago en este libro con respecto a la conciencia son con el
proposito de ilustrar la naturaleza desconcertante y paradojico (y , por lo tanto ,
profundo) de la conciencia : .como un conjunto de supuestos (es decir, que una
copia de mi archivo mental sea en acciones o no compartir mi conciencia) en ultima
instancia conduce a un punto de vista opuesto , y viceversa .
Nosotros asumimos que los seres humanos son conscientes, al menos cuando parecen
ser. En el otro extremo del espectro se supone que las maquinas no son simples. En el
sentido cosmologico del universo contemporaneo actua mas como una maquina
simple que un ser consciente. Pero como hemos comentado en el capitulo anterior , la
materia y la energia en nuestro entorno se convertiran infundido con la inteligencia, el
conocimiento , la creatividad , la belleza y la inteligencia emocional

(la capacidad de
amar , por ejemplo) de nuestra civilizacion hombre-maquina. Nuestra civilizacion se
expanda hacia afuera , convirtiendo toda la materia y la energia muda nos
encontramos en sublimemente inteligente - trascendente - materia y la energia . Asi
que en cierto sentido, podemos decir que la Singularidad en ultima instancia, infundir
el universo con espiritu.
Evolution se mueve hacia una mayor complejidad , mayor elegancia , mayor
conocimiento , mayor inteligencia , mayor belleza, mayor creatividad , y mayores
niveles de atributos sutiles como el amor . En todas las tradiciones monoteistas Dios
es igualmente descrito como todas estas cualidades , pero sin ningun tipo de
limitacion : infinito conocimiento , la inteligencia infinita, infinita belleza , la
creatividad infinita, amor infinito , y asi sucesivamente. Por supuesto , incluso la
aceleracion del crecimiento de la evolucion nunca alcanza un nivel infinito, pero , ya
que explota exponencialmente ciertamente se mueve rapidamente en esa direccion .
Asi que la evolucion se mueve inexorablemente hacia esta concepcion de Dios , a
pesar de nunca llegar a este ideal. Podemos considerar , por lo tanto , la liberacion de
nuestro pensamiento de las graves limitaciones de su forma biologica para ser una
empresa esencialmente espiritual .
MOLLY 2004 : Entonces, .cree usted en Dios?
RAY : Bueno, es una palabra de tres letras y un poderoso meme .
MOLLY 2004 : Me doy cuenta de la palabra y la idea existo . Pero, .se refiere a todo
lo que crees?
RAY : La gente quiere decir muchas cosas de el. MOLLY 2004 : .Usted cree en esas
cosas ?
RAY : No es posible creer que todas estas cosas : que Dios es una persona consciente
de la todopoderosa mirando por encima de nosotros, llegar a

acuerdos , y enojarse un
poco. O He- It- es una fuerza de vida omnipresente que subyace en toda la belleza y
la creatividad. O Dios creo todo y luego dio un paso atras ....
MOLLY 2004 : Lo entiendo, pero .cree usted en alguno de ellos?
RAY : Yo creo que
el universo existe .
MOLLY 2004 : Espera un minuto , eso no es una creencia , es un hecho cientifico.
RAY : En realidad , no lo se con certeza "que nada existe aparte de mis propios
pensamientos.
MOLLY 2004 : Esta bien, entiendo que este es el capitulo de la filosofia, pero se
puede leer articulos cientificos - miles de ellos - que corroboran la existencia de
estrellas y galaxias . Por lo tanto, todas esas galaxias - Lo llamamos el universo.
RAY : Si , he oido hablar de eso, y yo recuerdo haber leido algunos de estos papeles ,
pero yo no se si realmente existen esos documentos , o que las cosas que se refieren
realmente existen, excepto en mis pensamientos.
MOLLY 2004 : Por lo que no reconoce la existencia del universo?
RAY : No , solo dije que yo si creo que existe, pero estoy senalando que se trata de
una creencia de que es mi salto de fe personal .
MOLLY 2004 : De acuerdo, pero le pregunte si creia en Dios.
RAY : Una vez mas , "Dios" es una palabra que la gente quiere decir cosas diferentes.
Por el bien de su pregunta, podemos considerar que Dios es el universo, y le dije que
yo creo en la existencia del universo. MOLLY 2004 : Dios es el universo?
RAY : Just ? Es una cosa muy grande para aplicar la palabra " solo" a . Si hemos de
creer lo que nos dice - y la ciencia. Le dije que yo hago - que es casi tan grande como
un fenomeno que podriamos imaginar.
MOLLY 2004 : En realidad, muchos fisicos consideran ahora que nuestro universo
sea solo una burbuja de entre un gran numero de otros universos. Pero quiero decir
que la gente por lo general significan algo mas por la palabra "Dios"

que "solo" el
mundo material. Algunas personas lo hacen Dios asociado con todo lo que existe ,
pero que todavia consideran que Dios es consciente. Asi que usted cree en un Dios
que no es consciente?
RAY : El universo consciente , sin embargo, no lo es. Pero sera . En rigor, habria que
decir que muy poco de el es consciente hoy. Pero eso va a cambiar y pronto. Espero
que el universo se convertira sublimemente inteligente y se despertara en Epoch Six.
La unica creencia que estoy planteando aqui es que el universo existe . Si hacemos el
salto de la fe, la esperanza de que va a despertar no es tanto una creencia como una
comprension informada, basada en la misma ciencia que dice que hay un universo.
MOLLY 2004 : Interesante. Ya sabes , eso es basicamente lo contrario de la opinion
de que no era un creador consciente que tiene todo comenzo y luego tipo de retiro .
Basicamente, se esta diciendo que un universo consciente va a " ceder " durante
Epoca Six.
RAY : Si , esa es la esencia de la epoca Six.

CAPÍTULO OCHO

La promesa profundamente entrelazados y los peligros de GNR

Estamos siendo impulsados en este nuevo siglo , sin plan, sin control, sin frenos ....
La unica alternativa realista que veo es la renuncia : para limitar el desarrollo de las
tecnologias que son muy peligrosos , al limitar nuestra busqueda de ciertos tipos de
conocimiento . - Bill Joy , ".POR QUE EL FUTURO NO NECESITA EE.UU. "
Los ecologistas deben ahora enfrentarse de lleno con la idea de un mundo que no
tiene suficiente riqueza y la capacidad tecnologica suficiente , y no deben perseguir
mas . - Bill McKibben , ECOLOGISTA que primero escribio acerca de GLOBAL
WARMING[1]

El progreso podria haber estado bien una vez, pero se ha ido demasiado lejos .
- Ogden Nash (1902-1971)
A finales de 1960 que se convirtio en un activista ecologista radical. Un grupo
variopinto de activistas y yo navegaba un barco viejo que gotea halibut en el Pacifico
Norte para bloquear las ultimas pruebas de la bomba de hidrogeno durante la
presidencia de Nixon. En el proceso de co-funde Greenpeace .... ambientalistas a
menudo eran capaces de producir argumentos que sonaban razonables, mientras que
hace buenas acciones como el ahorro de ballenas y hacer que el filtro de aire y agua.
Pero ahora, los pollos han llegado a casa a dormir . Campana de los ambientalistas
contra la biotecnologia en general , y de la ingenieria genetica en particular, ha
expuesto claramente su bancarrota intelectual y moral. Mediante la adopcion de una
politica de tolerancia cero hacia una tecnologia con muchos beneficios potenciales
para la humanidad y el medio ambiente, ... se han alejado de los cientificos ,
intelectuales e internacionalistas . Parece inevitable que los medios y el publico , con
el tiempo , ver la locura de su posicion. - PATRICK MOORE
Creo que ... vuelo de odio y de la tecnologia es contraproducente . El Buda descansa
tan comodamente en los circuitos de una computadora digital y los engranajes de la
transmision del ciclo como lo hace en la cima de una montana o en los petalos de una
flor. Pensar de otra manera es para degradar el Buda - que es el de degradar uno
mismo. - ROBERT M. Pirsig , Zen y el arte del mantenimiento MOTOCICLETA
Considere estos artículos que preferiría no ver en la Web :
Impresiona a tus enemigos : .Como construir su propia bomba atomica de
Disponibilidad inmediata materiales[2]
Como modificar el virus de la influenza en su laboratorio de la universidad a la

Version Veneno de Serpiente
Diez Modificaciones sencillos para el Virus de E. coli
Como modificar la viruela para contrarrestar la vacuna contra la viruela Construya
sus propios armas quimicas de materiales disponibles en Internet Como construir un
sin piloto , auto-guia , Avion de vuelo bajo uso de un avion de bajo costo , GPS, y un
ordenador portatil
O bien, .que hay de lo siguiente:
Los genomas de los Diez Principales Patogenos Los Planos de Rascacielos liderando
el diseno de los reactores nucleares de Estados Unidos
Los Cien Mejores vulnerabilidades de la sociedad moderna
El Top Ten de vulnerabilidades de Internet informacion de salud personal en cien
millones de americanos
Las listas de clientes de los sitios superiores Pornografia
Cualquier publicacion del primer articulo de arriba es casi seguro de obtener una
rapida visita del FBI , al igual que Nate Ciccolo , un estudiante de quince anos de
edad, la escuela secundaria , de marzo de 2000. Para un proyecto de ciencias en la
escuela se construyo un modelo de carton piedra de una bomba atomica que resulto
ser inquietantemente precisa. En los medios de comunicacion que siguio la tormenta
Ciccolo dijo a ABC News, " Alguien especie de mencionado, usted sabe, usted puede
ir a traves de Internet ahora y obtener informacion. Y yo , mas o menos , no era
exactamente al dia sobre las cosas. Pruebalo . fui alli y un par de clics y no me
equivoque there.[3]
Por supuesto Ciccolo no poseia el ingrediente clave , el plutonio , ni tenia la menor
intencion de adquirirla , pero el informe crea ondas de choque en los medios de
comunicacion , por no mencionar entre las autoridades que se preocupan por la
proliferacion nuclear.
Ciccolo habia informado encontrar 563 paginas web en los disenos de la bomba

atomica , y la publicidad como resultado un esfuerzo urgente para eliminarlos. Por
desgracia , tratando de deshacerse de la informacion en Internet es como tratar de
barrer de nuevo el oceano con una escoba. Algunos de los sitios continuan siendo de
facil acceso hoy en dia . No voy a dar ninguna URL en este libro, pero no son
dificiles de encontrar .
Aunque los titulos de los articulos arriba mencionados son ficticios , uno puede
encontrar una amplia informacion en Internet acerca de todos estos topics.[4] La Web
es una herramienta de investigacion extraordinaria . En mi propia experiencia , la
investigacion que solia requerir un medio dia en la biblioteca ahora se puede realizar
normalmente en un par de minutos o menos.
Esto tiene enormes y evidentes beneficios para el avance de las tecnologias
beneficiosos , pero tambien puede capacitar a aquellos cuyos valores son hostiles a la
corriente principal de la sociedad . Asi que estamos en peligro? La respuesta es
claramente afirmativa . .Cuanto peligro, y que hacer al respecto, son los temas de
este capitulo.
Mi preocupacion urgente de esta cuestion se remonta por lo menos un par de decadas.
Cuando escribi La era de las maquinas inteligentes a mediados de la decada de 1980 ,
estaba profundamente preocupado por la capacidad del entonces emergente ingenieria
genetica para que los expertos en la materia y con el acceso a los equipos bastante
ampliamente disponibles para modificar los patogenos bacterianos y virales para
crear nueva diseases.[5] En manos destructivas o simplemente descuidado estos
patogenos ingenieria podria combinar un alto grado de comunicabilidad , sigilo , y la
destructividad .
Estos esfuerzos no fueron faciles de llevar a cabo en la decada de 1980 , pero fueron ,

sin embargo, factible. Ahora sabemos que los programas de armas biologicas en la
Union Sovietica y otros paises estaban haciendo exactamente this.6 En ese momento
tome la decision consciente de no hablar de ese fantasma en mi libro, la sensacion de
que no queria dar a las personas equivocadas ideas destructivas . Yo no queria
encender la radio un dia y escuchar acerca de un desastre , con los autores diciendo
que tuvieron la idea de Ray Kurzweil .
En parte como resultado de esta decision me enfrente a algunas criticas razonable de
que el libro hizo hincapie en los beneficios de la tecnologia del futuro sin tener en
cuenta sus riesgos . Cuando escribi La era de las maquinas espirituales en 1997-1998,
por lo tanto , he intentado explicar tanto la promesa y peril.7 Hubo publica suficiente
atencion en ese momento (por ejemplo, la 1995 pelicula Epidemia , que retrata el
terror y el panico de la liberacion de un nuevo patogeno viral) que me sentia comodo
para comenzar a abordar el tema publicamente .
En septiembre de 1998, habiendo terminado el manuscrito, me encontre con Bill Joy,
un estimado colega y desde hace mucho tiempo en el mundo de la alta tecnologia, en
un bar de Lake Tahoe. Aunque yo habia admirado durante mucho tiempo la alegria
por su trabajo pionero en el idioma del software lider en sistemas web interactivos
(Java) y que tiene cofundador de Sun Microsystems, mi enfoque en este breve
encuentro no fue en la alegria , sino mas bien en la tercera persona que se sienta en
nuestra pequena cabina, John Searle . Searle, el eminente filosofo de la Universidad
de California en Berkeley , ha construido una carrera de la defensa de los profundos
misterios de la conciencia humana desde la aparente ataque de los materialistas ,
como Ray Kurzweil (una caracterizacion rechazo en el proximo capitulo) .

Searle y yo acababa de terminar el debate sobre el tema de si una maquina puede ser
consciente durante la sesion de clausura de la conferencia Telecosm de George Gilder
La sesion se titulo "Maquinas Espirituales" y se dedico a la discusion de las
implicaciones filosoficas de mi proximo libro . Me habia dado alegria un manuscrito
preliminar y trato de ponerle al dia sobre el debate acerca de la conciencia de que
Searle y yo estabamos teniendo.
Al final resulto que , Joy estaba interesado en un tema completamente distinto ,
especificamente los peligros inminentes a la civilizacion humana de tres tecnologias
emergentes que habia presentado en el libro : la genetica , nanotecnologia y robotica (
GNR , como se explico anteriormente) . Mi analisis de las desventajas de futuro Joy
alarmado tecnologia, que mas tarde se relacionan en su ahora famoso articulo de
portada de Wired, " .Por que el futuro no nos necesita . " 8 En el Joy articulo se
describe como le pidio a sus amigos en el comunidad cientifica y la tecnologia si las
proyecciones que estaba haciendo eran creibles y quedo consternado al descubrir lo
cerca que estas capacidades son de realizacion.
El articulo de Joy totalmente centrado en los escenarios de baja y creo una tormenta
de fuego. Aqui fue una de las figuras mas importantes del mundo la tecnologia que
tratan nuevas y terribles peligros emergentes de la tecnologia del futuro . Era una
reminiscencia de la atencion que George Soros, el arbitrador moneda y archcapitalist,
recibio cuando hizo comentarios criticos sobre vagamente los excesos del capitalismo
salvaje , a pesar de la alegria controversia se hizo mucho mas intenso. El New York
Times informo que habia unos diez mil articulos comentando y discutiendo el articulo
de Joy , mas que cualquier otro en la historia de comentarios sobre cuestiones de

tecnologia . Mi intento de relajarse en un salon Lake Tahoe asi termino el fomento de
dos debates a largo plazo , ya que mi dialogo con John Searle ha continuado hasta
nuestros dias .
A pesar de que yo sea el origen de la preocupacion de Joy , mi reputacion como un
"optimista tecnologia " se ha mantenido intacta , y Joy y yo he sido invitado a una
variedad de foros para debatir el peligro y promesa , respectivamente, de las
tecnologias del futuro . Aunque se espera que yo tome el lado " promesa " del debate ,
a menudo terminan pasando la mayor parte de mi tiempo a la defensa de su posicion
sobre la viabilidad de estos peligros .
Mucha gente ha interpretado el articulo de Joy como una defensa de la amplia
renuncia, no de todos los avances tecnologicos , sino de los " peligrosos" como la
nanotecnologia . Alegria, que ahora trabaja como un inversor de capital riesgo con la
legendaria firma de Silicon Valley de Kleiner , Perkins, Caufield & Byers, la
inversion en tecnologias como la nanotecnologia aplicada a las energias renovables y
otros recursos naturales , dice que la amplia renuncia es una mala interpretacion de su
posicion y nunca fue su intencion. En una comunicacion privada de correo
electronico reciente , dice que el enfasis debe estar en su llamado a " limitar el
desarrollo de las tecnologias que son muy peligrosos " (vease el epigrafe al comienzo
de este capitulo) , no en la prohibicion total . Se sugiere , por ejemplo, la prohibicion
de la nanotecnologia de auto -replicante , que es similar a las pautas recomendadas
por el Instituto de Prospectiva , fundada por el pionero de la nanotecnologia Eric
Drexler y Christine Peterson. En general , se trata de una pauta razonable, aunque yo
creo que tendra que haber dos excepciones, que explicare mas adelante (vease p.411).

Como otro ejemplo, Joy no aboga por la publicacion de las secuencias de genes de patogenos a traves de Internet , lo que tambien estoy de acuerdo . El desea que los cientificos adopten regulaciones en este sentido voluntaria e internacional , y senala que " si esperamos hasta despues de una catastrofe , podemos terminar con las regulaciones mas severas y perjudiciales. " Dice que espera que "vamos a hacer este tipo de regulacion a la ligera, por lo que podemos conseguir la mayoria de los beneficios . "

Otros, como Bill McKibben , el ambientalista que fue uno de los primeros en advertir contra el calentamiento global, han abogado por abandono de grandes areas como la biotecnologia y la nanotecnologia , o incluso de toda la tecnologia . Como se discute con mas detalle mas adelante (vease p . 410) , renunciando a amplios campos seria imposible de lograr sin renunciar esencialmente todo el desarrollo tecnico. Eso a su vez requeriria un estilo nuevo mundo valiente de gobierno totalitario , desterrar el desarrollo de la tecnologia. No solo seria una solucion incompatible con nuestros valores democraticos , pero en realidad empeorar los peligros de la conduccion del subterraneo tecnologia, donde solo los profesionales menos responsables (por ejemplo, Estados canallas) tendrian la mayor parte de la experiencia .

Entrelazado Beneficios. . .

Fue el mejor de los tiempos , era el peor de los tiempos , era la edad de la sabiduria , era la edad de la estupidez , era la epoca de la fe , era la epoca de la incredulidad , era la estacion de la luz, fue la epoca de la oscuridad , era la primavera de la esperanza , era el invierno de la desesperacion , teniamos todo ante nosotros, no teniamos nada ante nosotros, todos ibamos directo al cielo , todos ibamos directo a la inversa . -

CHARLES DICKENS , LA HISTORIA DE DOS CIUDADES
Es como argumento a favor del arado . Usted sabe que algunas personas van a
argumentar en contra de ella, pero tambien se sabe que va a existir.
- James Hughes , secretario de la asociacion transhumanista y sociologo en el Trinity
College , en un debate , " DEBE SER HUMANO bienvenida o RESIST CONVERTIRSE posthumano ? "
La tecnologia siempre ha sido un arma de doble filo , nos trae beneficios como la
esperanza de vida mas larga y saludable , la libertad de pesadez fisica y mental, y
muchas nuevas posibilidades creativas , por un lado , al tiempo que introduce nuevos
peligros . La tecnologia permite a nuestros dos naturalezas creativas y destructivas .
Porciones sustanciales de nuestra especie ya han experimentado alivio de la pobreza,
las enfermedades , el trabajo duro, y la desgracia que han caracterizado a gran parte
de la historia humana . Muchos de nosotros tenemos la oportunidad para obtener la
satisfaccion y el sentido de nuestro trabajo , y no solo trabajando duro para
sobrevivir. Contamos con herramientas cada vez mas potentes para expresarnos. Con
la Web ahora alcanzar profundamente en las regiones menos desarrolladas del mundo
veremos grandes avances en la disponibilidad de una educacion de calidad y el
conocimiento medico . Podemos compartir la cultura, el arte, y la humanidad esta
expandiendo exponencialmente la base de conocimientos en todo el mundo . He
mencionado el informe del Banco Mundial sobre la reduccion mundial de la pobreza
en el capitulo 2 y discuto que en el proximo capitulo.
Hemos pasado de una veintena de democracias en el mundo despues de la Segunda
Guerra Mundial a mas de un centenar de hoy en gran parte gracias a la influencia de
la comunicacion electronica descentralizada. Se produjo el mayor ola de

democratizacion, incluyendo la caida de la Cortina de Hierro, durante la decada de
1990 con el crecimiento de Internet y las tecnologias relacionadas. Hay, por supuesto,
mucho mas para llevar a cabo en cada una de estas areas. Bioingenieria esta en las primeras etapas de la toma de enormes avances en la
reversion de la enfermedad y el proceso de envejecimiento . Ubiquitous N y R son
dos o tres decadas de distancia , y seguiran una expansion exponencial de estos
beneficios. Al revisar en los capitulos anteriores , estas tecnologias van a crear
riqueza extraordinaria , superando asi la pobreza y que nos permite ofrecer a todas
nuestras necesidades materiales mediante la transformacion de materias primas
baratas y la informacion en cualquier tipo de producto . Pasaremos aumentar porciones de nuestro tiempo en ambientes virtuales y podremos
tener ningun tipo de experiencia deseada con cualquier persona, real o simulada, en la
realidad virtual. La nanotecnologia traera una capacidad similar para transformarse el
mundo fisico a nuestras necesidades y deseos. Problemas persistentes de nuestra era
industrial menguante se superaran . Vamos a ser capaces de revertir la destruccion del
medio ambiente del final. Pilas de combustible nanoingenieria y celulas solares
proporcionaran energia limpia. Nanobots en nuestro cuerpo fisico va a destruir los
agentes patogenos , eliminar los residuos , tales como las proteinas deformes y
fibrillas proto , la reparacion del ADN y el envejecimiento inverso. Vamos a ser
capaces de redisenar todos los sistemas de nuestro cuerpo y cerebro a ser mucho mas
capaz y durable.
Lo mas significativo sera la fusion de la inteligencia biologica y no biologica ,
aunque la inteligencia no biologica vendra pronto a predominar . Habra una gran
expansion del concepto de lo que significa ser humano. Vamos a

mejorar en gran
medida nuestra capacidad de crear y apreciar todas las formas de conocimiento de la
ciencia a las artes , al tiempo que amplia nuestra capacidad de relacionarnos con
nuestro entorno y con los demas .

Por otro lado … . . . y Peligros

"Plantas" con "hojas" no es mas eficiente que las celulas solares de hoy podrian
outcompete plantas reales , desplazando la biosfera con un follaje comestible.

Dificiles "bacteria" omnivoros pueden desplazar a las bacterias reales: Podrian
extenderse como polen soplado , replicarse rapidamente , y reducir la biosfera a polvo
en cuestion de dias . Replicadores peligrosos podrian facilmente ser demasiado dura ,
pequena y rapida propagacion de parar , al menos si hacemos ninguna preparacion.

Tenemos suficientes problemas controlando virus y moscas de la fruta .

- ERIC DREXLER

Ademas de sus muchos logros notables , el siglo XX vio impresionante capacidad de
la tecnologia para amplificar nuestra naturaleza destructiva de los tanques de Stalin a
los trenes de Hitler. El tragico suceso de septiembre 11 de 2001 , es otro ejemplo de
tecnologia (aviones y edificios) tomado por personas con agendas de destruccion .

Todavia vivimos hoy con un numero suficiente de las armas nucleares (no todos los
cuales se contabilizan) para poner fin a la vida de mamiferos en el planeta .

Desde la decada de 1980 los medios y el conocimiento han existido en un laboratorio
de bioingenieria de la universidad de rutina para crear patogenos hostiles
potencialmente mas peligrosas que las armas nucleares. "En una simulacion de juego
de guerra realizado en la Universidad Johns Hopkins llamado" Invierno Oscuro ", se
estimo que una intencional introduccion de la viruela convencional en tres ciudades

de Estados Unidos podria dar lugar a un millon de muertes . Si el virus se
bioingenieria para derrotar a la vacuna contra la viruela existente, los resultados
podrian ser mucho peores . ? la realidad de este espectro se pone de manifiesto en un
experimento de 2001 en Australia en el que el virus de la viruela del raton fue
inadvertidamente modificado con genes que alteran la respuesta del sistema
inmunologico . la vacuna contra la viruela del raton era impotente para detener esta
alteracion virus.11 Estos peligros resuenan en nuestra memoria historica. peste
bubonica mato un tercio de la poblacion europea . recientemente la gripe de 1918
mato a veinte millones de personas worldwide.12 Will tales amenazas prevenir la
aceleracion continua de la potencia , la eficiencia , y la inteligencia de los sistemas
complejos (tales como los seres humanos y nuestra tecnologia) ? El record anterior
de aumento complejidad en este planeta ha mostrado una aceleracion suave, incluso a
traves de una larga historia de catastrofes , tanto internamente generado e impuesto
externamente. Esto es cierto tanto de la evolucion biologica (que se enfrentan las
calamidades tales como encuentros con grandes asteroides y meteoros) y la historia
de la humanidad (que ha sido marcada por una serie continua de grandes guerras) .
Sin embargo , creo que podemos tener un poco de aliento de la eficacia de la
respuesta mundial al virus del SARS (sindrome respiratorio agudo severo) . Aunque
la posibilidad de un retorno aun mas virulenta de SARS sigue siendo incierta la fecha
de redaccion de este libro , parece que las medidas de contencion han sido
relativamente exitosos y han impedido que este tragico brote se convierta en una
verdadera catastrofe . Parte de la respuesta implicada antiguas herramientas de baja

tecnologia, como las mascaras de cuarentena y la cara.
Sin embargo , este enfoque no hubiera funcionado sin herramientas avanzadas que se
han convertido solo recientemente disponible . Los investigadores fueron capaces de
secuenciar el ADN del virus del SARS en treinta y un dias del brote - en comparacion
quince anos para el VIH. Eso permitio el rapido desarrollo de una prueba eficaz para
que rapidamente podrian identificar portadores. Por otra parte , la comunicacion
global instantanea facilita una respuesta coordinada a nivel mundial, una hazana no es
posible cuando los virus asolo el mundo en los tiempos antiguos .
Como la tecnologia se acelera hacia la plena realizacion de los GNR, veremos los
mismos potenciales entrelazados : una fiesta de la creatividad como resultado de la
inteligencia humana se expandio manyfold , junto con muchos de los nuevos peligros
graves . Una preocupacion por excelencia que ha recibido considerable atencion es la
replicacion nanobot desenfrenada . Tecnologia Nanobot requiere miles de millones de
estos dispositivos disenados inteligentemente para ser util . Para escalar hasta niveles
tales que sera necesario para que puedan auto-replicarse , esencialmente el mismo
metodo utilizado en el mundo biologico (que es como un ovulo fertilizado se
convierte en los billones de celulas en un ser humano) . Y de la misma manera que la
auto - replicacion biologica ido mal (es decir, cancer) da como resultado la
destruccion biologica , un defecto en el mecanismo de restringir nanobot auto -
replicacion - el llamado escenario seria - gris - sustancia pegajosa poner en peligro a
todas las entidades fisicas , biologicas o de otro modo .
Criaturas, incluyendo los seres humanos que viven - serian las primeras victimas de
un ataque nanobot exponencial difusion . Los principales disenos para la construccion
nanobot uso de carbon como un bloque de construccion principal .

Debido a la
capacidad unica de carbono para formar enlaces de cuatro vias , que es un bloque de
construccion ideal para los conjuntos moleculares . Moleculas de carbono pueden
formar cadenas lineales , zigzags , anillos , nanotubos (arrays hexagonal formada en
tubos) , hojas , buckyballs (arrays de hexagonos y pentagonos formados en esferas),
y una variedad de otras formas. Debido a la biologia ha hecho el mismo uso de
carbon, nanobots patologicos se encuentra la biomasa de la Tierra una fuente ideal de
este ingrediente primario. Entidades biologicas tambien pueden proporcionar energia
almacenada en forma de glucosa y ATP.[13] oligoelementos utiles tales como oxigeno ,
azufre , hierro, calcio , y otros tambien estan disponibles en la biomasa .
.Cuanto tiempo haria falta un nanobot replicar fuera de control para destruir la
biomasa de la Tierra ? La biomasa tiene del orden de 1,045 de carbono atoms.[14] Una
estimacion razonable del numero de atomos de carbono en una sola nanobot
replicante es de aproximadamente 10^6 . (Tenga en cuenta que este analisis no es muy
sensible a la exactitud de estas cifras , solo para el orden de magnitud aproximado .)
Este nanobot malevola necesitaria para crear en el orden de 10^{39} copias de si mismo
para reemplazar la biomasa , lo que podria lograrse con 130 repeticiones (cada uno de
los cuales seria potencialmente el doble de la biomasa destruida) . Rob Freitas ha
estimado un tiempo minimo de reproduccion de un centenar de segundos, asi que 130
ciclos de replicacion se requieren alrededor de tres y medio hours.[15] Sin embargo, la
tasa real de destruccion seria mas lento debido a la biomasa no es " eficiente ",
expuso. El factor limitante seria el movimiento real de la parte delantera de la
destruccion . Nanobots no pueden viajar muy rapidamente debido a

su pequeno
tamano. Es probable que tome semanas para un proceso tan destructivo para la vuelta
al mundo.
Basandose en esta observacion , podemos imaginar una posibilidad mas insidiosa .
En un ataque de dos fases , los nanobots tomar varias semanas para difundir toda la
biomasa, sino utilizar hasta una parte insignificante de los atomos de carbono , por
ejemplo , uno de cada mil billones de dolares (10_{15}). En este nivel extremadamente
bajo de concentracion de los nanobots podrian ser tan sigiloso como sea posible.
Luego , en un punto "optimo " , la segunda fase se iniciaria con los nanobots de
semillas de rapida expansion en lugar de destruir la biomasa. Para cada nanobot
semillas para multiplicar si una trillionfold mil requeriria solo unas cincuenta replicas
binarios , o alrededor de noventa minutos. Con los nanobots ya haber extienden en
posicion a lo largo de la biomasa , el movimiento del frente de onda destructiva ya no
seria un factor limitante.
El punto es que sin defensas, la biomasa disponible podria ser destruido por la plaga
gris muy rapidamente. Como se discute mas adelante (vease p . 417) , necesitaremos
claramente un sistema inmunologico nanotecnologia en su lugar antes de que estos
escenarios se convierten en una posibilidad. Este sistema inmunologico tendria que
ser capaz de contender no solo con la destruccion obvio, pero con cualquier
replicacion potencialmente peligroso (sigiloso), incluso en concentraciones muy bajas
Mike Treder y Chris Phoenix director ejecutivo y director de investigacion del Centro
de Nanotecnologia Responsable , respectivamente -Eric Drexler, Robert Freitas ,
Ralph Merkle , y otros han senalado que los futuros dispositivos de fabricacion MNT
se pueden crear con las garantias que impidan la creacion de auto-

replicante
nanodevices.16 discuto algunas de estas estrategias a continuacion . Sin embargo ,
esta observacion , aunque importante, no elimina la amenaza de la plaga gris . Hay
otras razones (mas alla de la fabricacion) que necesitaran nanobots autorreplicantes
que se creara. El sistema inmunologico nanotecnologia se ha mencionado
anteriormente , por ejemplo, en ultima instancia, se requiere auto-replicacion , de lo
contrario no estaria en condiciones de defendernos . Tambien sera necesario autoreplicacion
de nanobots para expandir rapidamente la inteligencia mas alla de la
Tierra, como ya comente en el capitulo 6 . Tambien es probable encontrar amplias
aplicaciones militares . Por otra parte , las salvaguardias contra deseado autoreplicacion,
tales como la arquitectura de difusion se describe a continuacion (ver p .
412), puede ser derrotado por un adversario determinado o terroristas.
Freitas ha identificado una serie de otros desastroso nanobot scenarios.17 En lo que
llama el "gris plancton " escenario, nanobots maliciosos usarian de carbono bajo el
agua almacenada como CH4 (metano), asi como CO2 disuelto en el agua de mar .
Estas fuentes basados en el oceano puede proporcionar unas diez veces mas carbono
que la biomasa de la Tierra. En su escenario "polvo blanco", nanobots replicantes
utilizan elementos basicos disponibles en polvo en el aire y la luz solar para la
energia . El "gris liquenes " escenario implica el uso de carbono y otros elementos en
las rocas .

Toda una gama de riesgos existenciales

Si un poco de conocimiento es peligroso, cuando es una persona que tiene tanto como
para estar fuera de peligro? - THOMAS HENRY

Discutir mas adelante (vease la seccion " Un Programa para GNR Defensa", p . 422)

medidas que podemos tomar para hacer frente a estos graves riesgos , pero no
podemos tener la seguridad completa en cualquier estrategia que concebimos hoy.
Estos riesgos son los que Nick Bostrom llama "riesgos existenciales ", que el define
como los peligros en el cuadrante superior derecho de la tabla siguiente : [18]

Categorización de Riesgos de Bostrom

Intensidad de Riesgo		
	Moderado	**Profunda**
Global	Adelgazamiento Ozono	riesgos existenciales
Alcance Local	Recesion	Genocidio
Personal	coches robados	Muerte
Soportable		Terminal

La vida biologica en la Tierra se encontro un riesgo existencial por el hombre por
primera vez a mediados del siglo XX con la llegada de la bomba de hidrogeno y la
acumulacion de la guerra fria posterior de las fuerzas termonucleares . Presidente
Kennedy al parecer estima que la probabilidad de una guerra nuclear a gran escala
durante la crisis de los misiles cubanos fue entre 33 y 50 %.[19] La informacion
legendario teorico John von Neumann , quien se convirtio en el presidente de la
Comision de Evaluacion Estrategica Misiles Fuerza Aerea y un gobierno asesor en
estrategias nucleares , estima la probabilidad de Armagedon nuclear (antes de la crisis
de los misiles) en cerca de 100 %.[20] Ante la perspectiva de la decada de 1960 lo
informaron observador de la epoca habria predicho que el mundo habria pasado por
la siguiente cuarenta anos sin otra explosion nuclear no prueba ?
A pesar del aparente caos de los asuntos internacionales , podemos estar agradecidos
por la evasion exitosa hasta el momento del empleo de armas nucleares en la guerra.
Pero tenemos claro que no podemos descansar con facilidad, ya que bastantes
bombas de hidrogeno aun existen para destruir toda vida humana muchas veces
over.[21] Aunque atrayendo relativamente poca discusion publica, la

masiva oposicion
ICBM arsenales de los Estados Unidos y Rusia siguen siendo en su lugar, a pesar de
la aparente deshielo de relaciones .
La proliferacion nuclear y la amplia disponibilidad de materiales nucleares y knowhow
es otra gran preocupacion , aunque no es un existencial de nuestra civilizacion.
(Es decir, solo una guerra termonuclear sin cuartel la participacion de los arsenales
ICBM supone un riesgo para la supervivencia de todos los seres humanos.) La
proliferacion nuclear y el terrorismo nuclear pertenecen a la categoria "profunda -
locales " de riesgo , junto con el genocidio. Sin embargo , la preocupacion es
ciertamente grave porque la logica de la destruccion mutua asegurada no funciona en
el contexto de los terroristas suicidas .
Discutiblemente ahora hemos anadido otro riesgo existencial , que es la posibilidad
de un virus que se transmite facilmente de bioingenieria , tiene un periodo de
incubacion largo, y ofrece una capacidad de carga en ultima instancia fatal. Algunos
virus son facilmente transmisibles , como el resfriado y la gripe comun. Otros son
mortales , como el VIH. Es raro que un virus de combinar ambos atributos . Los seres
humanos que viven hoy en dia son descendientes de aquellos que desarrollaron
inmunidad natural a la mayoria de los virus altamente contagiosas. La capacidad de la
especie para sobrevivir los brotes de virus es una de las ventajas de la reproduccion
sexual , que tiende a asegurar la diversidad genetica en la poblacion , por lo que la
respuesta a los agentes virales especificos es muy variable . Aunque catastrofico
bubonica plaga no mataron a todos en Europa . Otros virus, como la viruela , tienen
dos caracteristicas negativas - que son facilmente contagiosa y mortal , pero han
existido el tiempo suficiente que no ha habido tiempo para que la

sociedad para crear
una proteccion tecnologica en forma de una vacuna. Ingenieria genetica , sin embargo
, tiene el potencial de pasar por alto estas protecciones evolutivos de repente la
introduccion de nuevos patogenos para los cuales no tenemos proteccion , natural o
tecnologico .
La posibilidad de agregar genes de toxinas mortales de facil transmision , virus
comunes como el resfriado comun y la gripe presenta otro posible escenario
existencial riesgo. Fue esta perspectiva que llevo a la conferencia de Asilomar
considerar como hacer frente a esa amenaza y la posterior elaboracion de un conjunto
de normas de seguridad y la etica. Aunque estas directrices han trabajado hasta el
momento, las tecnologias subyacentes para la manipulacion genetica estan creciendo
rapidamente en sofisticacion.
En 2003, el mundo lucho, con exito , con el virus SARS. La aparicion del SRAS se
debio a una combinacion de una practica antigua (el virus es sospechoso de haber
saltado de animales exoticos , gatos de algalia , posiblemente , a los seres humanos
que viven en las proximidades) y una practica moderna (la infeccion se extendio
rapidamente por todo el mundo por el transporte aereo) . SARS nos proporciono un
simulacro de un virus nuevo a la civilizacion humana que la transmision facil
combinada, la capacidad de sobrevivir durante largos periodos de tiempo fuera del
cuerpo humano , y un alto grado de mortalidad, con tasas de mortalidad se estima en
14 a 20 %. Una vez mas, la respuesta se combina tecnicas antiguas y modernas .
Nuestra experiencia con el SARS demuestra que la mayoria de los virus , aunque
relativamente facil transmision y razonablemente mortal , representan graves riesgos ,
pero no necesariamente existenciales. SARS, sin embargo, no

parecen haber sido
disenados. SARS se propaga facilmente a traves de los fluidos corporales transmiten
al exterior, pero no se transmite facilmente a traves de particulas en el aire. Se estima
que su periodo de incubacion para ir desde un dia hasta dos semanas, mientras que un
periodo de incubacion mas largo permitiria a la propagacion del virus a traves de
varias generaciones que crecen exponencial antes de portadores son identificados.[22]
SARS es mortal , pero la mayoria de sus victimas sobreviven . Sigue siendo posible
que un virus pueda ser disenado malevolamente por lo que se propaga con mas
facilidad que el SARS, tiene un periodo de incubacion prolongado, y es mortal para
practicamente todas las victimas. La viruela es cerca de tener estas caracteristicas.
Aunque no tenemos una vacuna (aunque un crudo de uno) , la vacuna no seria eficaz
contra versiones modificadas geneticamente del virus .
Como describo mas abajo , la ventana de oportunidad para los virus maliciosos
bioingenieria , existenciales o de otra manera, se cerrara en la decada de 2020 cuando
tenemos tecnologias antivirus totalmente eficaces basados en nanobots.23
Sin embargo, como la nanotecnologia va a ser miles de veces mas fuerte , mas rapido
y mas inteligente que las entidades biologicas, nanobots autorreplicantes se presentan
un mayor riesgo y un riesgo mas existencial. La ventana de nanobots malevolos sera
finalmente cerrado por la inteligencia artificial fuerte, pero, como es logico, AI "
antipatico" si se presentara una aun mas convincente riesgo existencial, que se discute
mas adelante (vease p . 420) .

El principio de precaución .

Como Bostrom , Freitas y otros observadores entre los que me han senalado, no
podemos confiar en metodos de ensayo y error para hacer frente a los riesgos

existenciales . Hay interpretaciones rivales de lo que se conoce como el " principio de
precaucion ". (Si las consecuencias de una accion son desconocidos, pero estimado
por algunos cientificos para que incluso un pequeno riesgo de ser profundamente
negativo , es mejor no llevar a cabo la accion de las consecuencias negativas de
riesgo .) Pero esta claro que tenemos que lograr el mas alto posible nivel de
confianza en nuestras estrategias de lucha contra tales riesgos. Esta es una razon por
la que estamos escuchando voces cada vez mas estridentes exigiendo que cerramos el
avance de la tecnologia, como una estrategia fundamental para eliminar los nuevos
riesgos existenciales antes de que ocurran . Renuncia , sin embargo, no es la respuesta
adecuada, y solo va a interferir con los profundos beneficios de estas tecnologias
emergentes , cuando en realidad el aumento de la probabilidad de un resultado
desastroso. Max Mas articula las limitaciones de la principio de precaucion y los
defensores de su sustitucion por lo que el llama el "principio proactionary ", que
consiste en equilibrar los riesgos de la accion y inaction.[24]
Antes de discutir como responder al nuevo reto de los riesgos existenciales, vale la
pena revisar algunos mas que se han postulado por Bostrom y otros.

Cuanto menor sea la interacción , mayor será el potencial explosivo .

Ha habido controversia reciente sobre el potencial de los futuros aceleradores de
particulas de muy alta energia para crear una reaccion en cadena de los estados de
energia transformada en un nivel subatomico. El resultado podria ser un area
exponencial la difusion de la destruccion, rompiendose todos los atomos en nuestra
vecindad galactica. Se ha propuesto una variedad de este tipo de escenarios ,
incluyendo la posibilidad de crear un agujero negro que se basaria

en nuestro sistema
solar.
Los analisis de estos escenarios muestran que son muy poco probable , aunque no
todos los fisicos son optimistas sobre el danger.[25] La matematica de estos analisis
parecen estar en buen estado , pero que aun no tienen un consenso sobre las formulas
que describen este nivel de la realidad fisica . Si tal sonido peligros descabellada ,
considere la posibilidad de que, efectivamente, hemos detectado fenomenos
explosivos cada vez mas potentes en la disminucion de las escalas de la materia.
Alfred Nobel descubrio la dinamita probando las interacciones quimicas de las
moleculas . La bomba atomica , que es de decenas de miles de veces mas potente que
la dinamita, se basa en las interacciones nucleares que involucran grandes atomos ,
que son escalas mucho mas pequenas de la materia que las grandes moleculas. La
bomba de hidrogeno , que es miles de veces mas poderosa que una bomba atomica ,
se basa en las interacciones que implican una escala aun mas pequena : pequenos
atomos. Aunque esta idea no implica necesariamente la existencia de aun mas
poderosas reacciones en cadena destructivas mediante la manipulacion de las
particulas subatomicas , hace que la conjetura plausible.
Mi propia evaluacion de este peligro es que es poco probable, simplemente a tropezar
con un evento tan destructivo. Considere la posibilidad de lo improbable que seria
producir accidentalmente una bomba atomica. Tal dispositivo requiere una
configuracion precisa de materiales y acciones , y el requerido un proyecto de
ingenieria original, extensa y precisa para desarrollar . Sin querer crear una bomba de
hidrogeno seria aun menos plausible. Habria que crear las condiciones precisas de
una bomba atomica en una disposicion particular con un nucleo de

hidrogeno y otros
elementos. Tropezar con las condiciones exactas para crear una nueva clase de
reaccion en cadena de catastrofica en un nivel subatomica parece ser aun menos
probable . Las consecuencias son suficientemente devastador , sin embargo, que el
principio de precaucion debe llevarnos a tomar estas posibilidades en serio. Este
potencial debe analizarse cuidadosamente antes de llevar a cabo nuevas clases de
experimentos del acelerador . Sin embargo , este riesgo no es alto en mi lista de
preocupaciones vigesimo primer siglo .

Nuestra simulación está apagado .

Otro riesgo existencial que Bostrom y otros han identificado es que en realidad
estamos viviendo en una simulacion y la simulacion se cerrara . Podria parecer que
no hay mucho que podemos hacer para influir en esto.
Sin embargo, puesto que somos el objeto de la simulacion , tenemos la oportunidad
de dar forma a lo que ocurre dentro de ella. La mejor manera de poder evitar ser
cerrado seria ser interesante para los observadores de la simulacion. Suponiendo que
alguien esta realmente prestando atencion a la simulacion , es razonable suponer que
es menos probable que se apaga cuando es apremiante que lo contrario.
Podriamos pasar mucho tiempo teniendo en cuenta lo que significa para una
simulacion para ser interesante, pero la creacion de nuevos conocimientos seria una
parte fundamental de esta evaluacion. Aunque puede ser dificil para nosotros
conjeturar lo que seria interesante para el observador simulacion de hipotesis , parece
que la singularidad es probable que sea casi tan absorbente como cualquier desarrollo
que podiamos imaginar y crearia nuevos conocimientos a un ritmo extraordinario . En
efecto, el logro de una singularidad del conocimiento explosion puede ser proposito

de la simulacion. Por lo tanto , asegurando una singularidad " constructiva" (que
evita degenerar resultados como la destruccion existencial por la plaga gris o dominio
de un AI malicioso) podria ser el mejor.
Por supuesto para prevenir la simulacion de ser terminado . Por supuesto , tenemos
toda la motivacion para lograr una singularidad constructiva por muchas otras
razones .
Si el mundo en que vivimos es una simulacion en el ordenador de alguien, es muy
buena , de modo detallado, de hecho, que bien podemos aceptar como nuestra
realidad. En cualquier caso , es la unica realidad a la que tenemos acceso .
Nuestro mundo parece tener una larga y rica historia . Esto significa que, o bien
nuestro mundo no es , de hecho , una simulacion o , si lo es, la simulacion ha sido va
un tiempo muy largo y por lo tanto no es probable que parar en cualquier momento
pronto . Por supuesto , tambien es posible que la simulacion incluye la evidencia de
una larga historia sin haber ocurrido realmente de la historia .
Como he dicho en el capitulo 6 , hay conjeturas de que una civilizacion avanzada
podria crear un nuevo universo para realizar el calculo (o , para decirlo de otra
manera, para continuar con la expansion de su propio calculo) . Nuestra vida de tal
universo (creado por otra civilizacion) se puede considerar un escenario de
simulacion . Tal vez esta otra civilizacion se esta ejecutando un algoritmo evolutivo
de nuestro universo (es decir, la evolucion que estamos viendo) para crear una
explosion de conocimiento a partir de una singularidad tecnologica. Si eso es cierto,
entonces la civilizacion viendo nuestro universo podria cerrar la simulacion si parecia
que la Singularidad conocimiento habia ido mal y no parecia que iba a ocurrir .
Este escenario no es tambien alto en mi lista de preocupaciones ,

sobre todo porque la
unica estrategia que podemos seguir para evitar un resultado negativo es el que
tenemos que seguir de todos modos.

Accidente del Partido.

Otra preocupacion frecuentemente citada es la de un asteroide o un cometa choque a
gran escala , lo que ha ocurrido en varias ocasiones en la historia de la Tierra , y no
representan resultados existenciales para las especies en estos momentos . Esto no es
un peligro de la tecnologia , por supuesto . Por el contrario, la tecnologia nos va a
proteger de este riesgo (sin duda a uno de un par de decadas) . A pesar de pequenos
impactos son algo habitual , los visitantes grandes y destructivos desde el espacio son
escasos. No vemos una en el horizonte, y es casi seguro que para cuando ese peligro
se produce , nuestra civilizacion se destruye facilmente al intruso antes de que nos
destruya .

Otro elemento de la lista en peligro existencial es la destruccion por una inteligencia
extraterrestre (no uno que hemos creado) . Hable esta posibilidad en el capitulo 6 y
no me veo como probable, tampoco.

GNR : el enfoque adecuado de la Promesa Versus Peril .

Esto deja a las tecnologias GNR como las principales preocupaciones. Sin embargo ,
creo que tambien tenemos que tomar en serio las voces equivocadas luditas y cada
vez mas estridente que abogan por la confianza en una amplia renuncia a los avances
tecnologicos para evitar los verdaderos peligros de la GNR . Por razones que
expongo a continuacion (vease p . 410) , la renuncia no es la respuesta , pero el
miedo racional podria dar lugar a soluciones irracionales . Los retrasos en la
superacion del sufrimiento humano siguen siendo de gran importancia , por ejemplo ,
el agravamiento de la hambruna en Africa debido a la oposicion a la ayuda de los

alimentos con OGM (organismos geneticamente modificados) .
Renuncia amplio requeriria un sistema totalitario de implementar, y un nuevo mundo
totalitario es poco probable debido al impacto de la democratizacion cada vez mas
poderosa comunicacion electronica y fotonica descentralizada. La llegada de todo el
mundo , la comunicacion descentralizada personificado por el Internet y los telefonos
celulares ha sido una fuerza democratizadora omnipresente . No fue Boris Yeltsin se
coloca en un tanque que anulo el golpe de 1991 contra Mikhail Gorbachev, sino mas
bien la red clandestina de maquinas de fax , fotocopiadoras , grabadoras de video y
ordenadores personales que rompio decadas de control totalitario de information.[26]
El movimiento hacia la democracia y el capitalismo y el crecimiento economico
operadora que caracterizo la decada de 1990 fueron impulsados por la fuerza de
aceleracion de estas tecnologias de la comunicacion persona a persona .
Hay otras preguntas que no existencial , pero sin embargo seria. Estos incluyen
".Quien esta controlando los nanobots ? " y ".A quien son los nanobots hablando ? "
Organizaciones futuros (si los gobiernos o los grupos extremistas) o simplemente un
individuo inteligente podria poner miles de millones de nanobots no detectables en el
agua o el suministro de alimentos de un individuo o de una poblacion entera . Estos
spybots podrian entonces supervisar, influencia , e incluso controlar los pensamientos
y acciones. Ademas nanobots existentes podrian ser influenciados a traves de virus de
software y tecnicas de hacking . Cuando hay software que se ejecuta en nuestros
cuerpos y cerebros (como hemos comentado , un umbral que ya hemos pasado por
algunas personas) , las cuestiones de privacidad y seguridad se llevaran a una nueva
urgencia , y los metodos de contra de la lucha contra tales

intrusiones se disenaron .

La inevitabilidad de un futuro transformado .

Las diversas tecnologias GNR estan avanzando en muchos frentes. La plena realizacion de GNR sera el resultado de cientos de pequenos pasos hacia adelante , cada benignos en si mismo. Para G ya hemos pasado el umbral de tener los medios para crear agentes patogenos de diseno. Los avances en la biotecnologia continuaran acelerandose, impulsada por los atractivos beneficios eticos y economicos que resultaran de dominar la informacion de los procesos de la biologia subyacente.

La nanotecnologia es el resultado inevitable de la miniaturizacion continua de la tecnologia de todo tipo. Las caracteristicas principales de una amplia gama de aplicaciones , incluyendo la electronica , la mecanica , la energia y la medicina, se estan reduciendo a un ritmo de un factor de aproximadamente cuatro por dimension lineal por decada. Por otra parte , hay un crecimiento exponencial en la investigacion buscando entender la nanotecnologia y sus aplicaciones . (Ver los graficos de los estudios de investigacion en nanotecnologia y las patentes sobre pp. 83 y 84).

Del mismo modo , nuestros esfuerzos para realizar ingenieria inversa del cerebro humano estan motivadas por diversos beneficios esperados , incluyendo la comprension y revertir enfermedades cognitivas y el deterioro . Las herramientas para la interconexion en el cerebro estan mostrando aumentos exponenciales en la resolucion espacial y temporal, y hemos demostrado la capacidad de traducir los datos de los analisis y estudios cerebrales en modelos de trabajo y simulaciones .

Conclusiones de los esfuerzos de ingenieria inversa del cerebro , la investigacion en general en el desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial , y las ganancias

exponenciales en curso en plataformas informaticas hacen fuertes AI (AI a nivel
humano y mas alla) inevitable. Una vez que AI alcanza niveles humanos ,
necesariamente se disparan pasado , ya que combinara las fortalezas de la inteligencia
humana con la velocidad, capacidad de memoria y el intercambio de conocimientos
que la inteligencia no biologica ya exhibe . A diferencia de la inteligencia biologica ,
la inteligencia no biologica tambien se beneficiara de las ganancias exponenciales en
curso en la escala , capacidad y precio-rendimiento .

Renuncia totalitario .

La unica forma concebible que el ritmo acelerado de los avances en todos estos
frentes podria ser detenido seria a traves de un sistema totalitario en todo el mundo
que renuncia a la idea misma de progreso. Incluso este espectro seria probable que
falle en prevenir los peligros de la GNR , porque la actividad subterranea resultante
tenderia a favorecer a las aplicaciones mas destructivas. Esto se debe a que los
profesionales responsables que nos apoyamos para desarrollar rapidamente
tecnologias defensivas no tienen facil acceso a las herramientas necesarias .
Afortunadamente , un resultado tan totalitario es poco probable debido a que la
creciente descentralizacion del conocimiento es intrinsecamente una fuerza
democratizadora .

Preparación de las defensas

Mi expectativa es que las aplicaciones creativas y constructivas de estas tecnologias
dominaran, como creo que lo hacen hoy. Sin embargo , tenemos que aumentar
considerablemente la inversion en el desarrollo de tecnologias defensivas especificas.
Como dije , estamos en la etapa critica actual de la biotecnologia , y vamos a llegar a
la etapa en la que tenemos que aplicar directamente las tecnologias defensivas de la

nanotecnologia en los ultimos anos de la adolescencia de este siglo. No tenemos que mirar mas alla de hoy para ver la promesa y el peligro de los avances
tecnologicos entrelazados. Imagina que describe los peligros (bombas atomicas y de
hidrogeno de una cosa) que existen en la actualidad a las personas que vivieron hace
un par de cientos de anos. Pensarian que loco para correr ese riesgo . Pero, .como
muchas personas en 2005 seria realmente quiere volver a los cortos brutales
enfermedad llenas de pobres vidas. Propensos a los desastres que el 99 % de la raza
humana luchaba a traves de un par de siglos atras ? 27
Podemos idealizar el pasado, pero hasta hace muy poco, la mayoria de la humanidad
vivia una vida muy fragil en el que una desgracia todo-demasiado - comun podria
significar un desastre . Hace doscientos anos, la esperanza de vida para las mujeres en
el pais record de retencion (Suecia) fue una treintena de cinco anos, muy breve en
comparacion con la mayor esperanza de vida hoy en dia, casi ochenta y cinco anos
para las mujeres japonesas. La esperanza de vida para los hombres era una treintena y
tres anos en comparacion con los actuales setenta y nueve anos en el registro de
retencion paises.28 Se tomo la mitad del dia para preparar la cena , y el trabajo duro
caracteriza actividad mas humana. No habia redes de proteccion social . Porciones
sustanciales de nuestra especie aun viven de esta manera precaria , que es por lo
menos una razon para continuar el progreso tecnologico y la mejora economica que la
acompana. Solo la tecnologia , con su capacidad para proporcionar ordenes de
magnitud de la mejora en la capacidad y precio asequible , tiene la escala para hacer
frente a problemas como la pobreza, las enfermedades , la contaminacion , y los otros
problemas mas acuciantes de la sociedad actual .
Las personas a menudo pasan por tres etapas en la consideracion

del impacto de la
tecnologia del futuro: temor y asombro en su potencial para superar viejos problemas,
y luego una sensacion de temor a una nueva serie de graves peligros que acompanan
a estas nuevas tecnologias , seguido finalmente por la realizacion que el unico camino
viable y responsable es fijar un curso de cuidado que puede darse cuenta de los
beneficios , mientras que la gestion de los peligros .
No hace falta decir que ya hemos experimentado de tecnologia baja , por ejemplo , la
muerte y la destruccion de la guerra. Las tecnologias de crudo de la primera
revolucion industrial han desplazado a muchas de las especies que existieron en
nuestro planeta hace un siglo. Nuestras tecnologias centralizadas (como edificios ,
ciudades , aviones y centrales electricas) son manifiestamente inseguro.
Las tecnologias de la guerra " NBC " (nuclear , biologica y quimica) se han utilizado
o se ha amenazado con utilizar en nuestra reciente past.[29] Las tecnologias GNR
mucho mas poderosos nos amenazan con nuevos profundos riesgos, locales y
existencial. Si somos capaces de superar las preocupaciones sobre los patogenos de
diseno geneticamente alterados , seguido de entidades autorreplicantes creados a
traves de la nanotecnologia , que encontraremos robots cuya inteligencia sera rival y
finalmente superar la nuestra. Estos robots pueden hacer grandes ayudantes, pero
.quien puede decir que podemos contar con ellos para seguir siendo fiable amigable
para los simples humanos biologicos?

AI fuerte .

Strong AI promete continuar las ganancias exponenciales de la civilizacion humana .
(Como he dicho antes, me incluyo la inteligencia no biologica derivada de la
civilizacion humana como siendo humano .) Pero los peligros que presenta tambien

son profundas , precisamente por su amplificacion de la inteligencia. La inteligencia
es intrinsecamente imposible de controlar , por lo que las diversas estrategias que se
han ideado para controlar la nanotecnologia (por ejemplo, la "arquitectura de
emision" se describe a continuacion) no funcionara para la IA fuerte . Ha habido
discusiones y propuestas que orienten el desarrollo AI hacia lo Eliezer Yudkowsky
llama " amigable AI" [30] (vease la seccion " Proteccion contra ' antipatico ' Strong AI
", p . 420) . Estos son utiles para la discusion, pero no es factible hoy para disenar
estrategias que definitivamente asegurar que el futuro AI encarna la etica y los
valores humanos .

Volviendo al pasado?

En su ensayo y presentaciones Bill Joy describe elocuentemente las plagas de los
siglos pasados y como las nuevas tecnologias de auto -replicantes , como la
bioingenieria patogenos mutantes y nanobots fuera de control , pueden traer la peste
ya olvidado . Alegria reconoce que los avances tecnologicos , como los antibioticos y
saneamiento mejorado , nos han liberado de la prevalencia de este tipo de plagas, y
este tipo de aplicaciones constructivas , por lo tanto , tienen que continuar. El
sufrimiento en el mundo sigue y exige nuestra atencion constante . .Debemos decir a
los millones de personas que sufren de cancer y otras enfermedades devastadoras que
estamos cancelando el desarrollo de todos los tratamientos de bioingenieria , porque
existe el riesgo de que estas mismas tecnologias que algun dia podrian ser utilizados
con fines malevolos ? Despues de haber planteado esta pregunta retorica , me doy
cuenta de que hay un movimiento para hacer exactamente eso , pero la mayoria de la
gente estaria de acuerdo en que tal renuncia de base amplia no es la respuesta .

La continua oportunidad de aliviar la angustia humana es una motivacion clave para
continuar el avance tecnologico . Tambien convincentes son las ganancias
economicas ya evidente que seguira para acelerar en las proximas decadas . La
aceleracion actual de muchas tecnologias entrelazadas produce calles pavimentadas
con oro . (Yo uso el plural aqui porque la tecnologia no es claramente un camino
unico.) En un entorno competitivo, es un imperativo economico para bajar estos
caminos . Renunciar avance tecnologico seria un suicidio economico para los
individuos , empresas y naciones.

La idea de la renuncia

Los principales avances en la civilizacion casi arruinan las civilizaciones en que se
producen . - Alfred North Whitehead

Esto nos lleva a la cuestion de la renuncia, que es la recomendacion mas controversial
por los defensores de la renuncia como Bill McKibben . Siento que renuncia en el
nivel adecuado es parte de una respuesta responsable y constructiva a los peligros
genuinos que vamos a enfrentar en el futuro. La cuestion, sin embargo, es
exactamente esto: .a que nivel estamos a renunciar a la tecnologia? Ted Kaczynski , quien se hizo conocido en el mundo como el Unabomber , quiere
que renunciemos a todos it.[31]

Esto no es ni deseable ni factible , y la inutilidad de tal posicion solo se pone de
manifiesto por la falta de sentido de tacticas deplorables de Kaczynski .

Otras voces , menos imprudentes que Kaczynski , sin embargo son igualmente
argumentar a favor de la renuncia de base amplia de la tecnologia. McKibben toma la
posicion que ya tenemos la tecnologia suficiente y que el progreso debe terminar. En
su ultimo libro , Basta : Mantenerse humano en una era de ingenieria , que
metaforicamente se compara la tecnologia a la cerveza : " Una

cerveza es buena, dos
cervezas pueden ser mejores ; ocho cervezas , que esta casi seguro que va a lamentar .
" [32] Esa metafora pierde el punto e ignora la extensa sufrimiento que queda en el
mundo humano que podemos aliviar a traves del progreso cientifico sostenido.
Aunque las nuevas tecnologias , como todo lo demas , se pueden utilizar en exceso a
veces, la promesa no es solo una cuestion de anadir un cuarto telefono movil o
duplicar el numero de correos electronicos no deseados. Mas bien, significa el
perfeccionamiento de las tecnologias para conquistar el cancer y otras enfermedades
devastadoras , la creacion de riqueza en todas partes para superar la pobreza, la
limpieza del medio ambiente de los efectos de la primera revolucion industrial (un
objetivo articulado por McKibben) , y la superacion de muchos otros problemas
seculares .

Renuncia amplia .

Otro nivel de renuncia seria renunciar a solo ciertos campos - la nanotecnologia , por
ejemplo - que podria ser considerado como demasiado peligroso. Pero esas
pinceladas de renuncia son igualmente insostenible . Como senale anteriormente, la
nanotecnologia es simplemente el resultado inevitable de la persistente tendencia
hacia la miniaturizacion que impregna toda la tecnologia . Esta lejos de ser un
esfuerzo centralizado , pero esta siendo perseguido por una multitud de proyectos con
muchos objetivos diversos .
Un observador escribio :
Otra razon por la sociedad industrial no puede ser reformada ... es que la tecnologia
moderna es un sistema unificado en el que todas las partes son dependientes uno del
otro . Usted no puede deshacerse de las partes "malas " de la tecnologia y conservar
solo las partes "buenas". Tome la medicina moderna, por ejemplo.

Los avances en la
ciencia medica depende de los avances en la quimica, la fisica, la biologia, la
informatica y otros campos. Los tratamientos medicos avanzados requieren equipos
costosos y de alta tecnologia que se puede hacer disponible solo con una sociedad
tecnologicamente progresista, economicamente ricos. Es evidente que no se puede
tener muchos avances en la medicina y sin todo el sistema tecnologico y todo lo que
va con ella .
El observador cito aqui es, de nuevo , Ted Kaczynski.[33] Aunque uno se resista
adecuadamente Kaczynski como una autoridad , creo que es correcto en la naturaleza
profundamente entrelazados de los beneficios y los riesgos. Sin embargo , Kaczynski
y compania claramente parte de nuestra evaluacion general del equilibrio relativo
entre los dos. Bill Joy y yo hemos tenido un dialogo permanente sobre este tema tanto
en publico como en privado , y ambos creen que la tecnologia puede y debe progresar
y que tenemos que estar preocupados activamente con su lado oscuro. La cuestion
mas dificil de resolver es la granularidad de la renuncia que es posible y deseable.

Renuncia fino.

Yo creo que la renuncia en el nivel adecuado tiene que ser parte de nuestra respuesta
etica a los peligros de las tecnologias de XXI siglo . Un ejemplo constructivo de ello
es la guia etica propuesto por el Foresight Institute: a saber, que nanotechnologists
acuerdan renunciar al desarrollo de las entidades fisicas que pueden auto -replicarse
en un entorno natural medio ambiente.[34] En mi opinion, hay dos excepciones a esta
norma . En primer lugar, que en ultima instancia debera proporcionar un sistema
inmunologico planetaria basada en la nanotecnologia (nano robots integrados en el
entorno natural para proteger contra delincuentes nanobots

autorreplicantes) . Robert
Freitas y yo hemos discutido si es o no un sistema de este tipo seria inmune en si
tiene que ser auto-replicantes . Freitas escribe: "Un sistema de vigilancia integral
junto con la pre-posicionado recursos- recursos incluyendo nanofactories no
replicantes de alta capacidad capaz de batir a cabo un gran numero de defensores
replican en respuesta a amenazas especificas , deberia ser suficiente. "
35 Estoy de acuerdo con Freitas que un sistema inmunologico pre-posicionado con la
capacidad para aumentar la defensa sera suficiente en las primeras etapas . Pero una
vez que la IA fuerte se fusiona con la nanotecnologia y la ecologia de las entidades
nanoingenieria se vuelve altamente variados y complejos , mi expectativa es que
vamos a encontrar que los nanorobots que defienden tienen la capacidad de replicarse
en marcha cuanto antes. La otra excepcion es la necesidad de sondas nanobot basadas
en la auto-replicacion de explorar sistemas planetarios fuera de nuestro sistema solar.
Otro buen ejemplo de una directriz etica util es la prohibicion de las entidades fisicas
auto-replicantes que contienen sus propios codigos de auto-replicacion. En lo
nanotecnologo Ralph Merkle llama la "arquitectura broadcast ", dichas entidades
tendrian que obtener dichos codigos de un servidor seguro centralizado , lo que evitar
resultados no deseados replication.36 La arquitectura broadcast es imposible en el
mundo biologico , por lo que hay al menos una forma en el que la nanotecnologia
puede hacer mas segura que la biotecnologia. En otros aspectos , la nanotecnologia es
potencialmente mas peligroso porque nanobots pueden ser fisicamente mas fuertes
que las entidades a base de proteinas y mas inteligente.
Como describi en el capitulo 5 , se puede aplicar una arquitectura de emision basados

en la nanotecnologia a la biologia. Un nanocomputadora seria aumentar o reemplazar
el nucleo de cada celula y proporcionar los codigos de ADN . Un nanobot que la
maquinaria molecular incorporada similar a ribosomas (las moleculas que interpretan
los pares de bases en el ARNm fuera del nucleo) tomaria los codigos y producir las
cadenas de aminoacidos . Como nos podriamos controlar el nanocomputadora a
traves de mensajes inalambricos , que seria capaz de apagar la replicacion no deseada
lo que elimina el cancer. Podriamos producir proteinas especiales , segun sea
necesario para combatir la enfermedad. Y podriamos corregir los errores en el ADN y
actualizar el codigo del ADN . Comento mas sobre las fortalezas y debilidades de la
arquitectura broadcast a continuacion.

Tratar con abuso .

Renuncia amplia es contrario al progreso economico y eticamente justificado dada la
oportunidad de aliviar la enfermedad, la superacion de la pobreza , y limpiar el medio
ambiente . Como se menciono anteriormente , seria exacerbar los peligros .
Reglamento de seguridad esencialmente de grano fino renuncia - permaneceran
apropiado.
Sin embargo , tambien tenemos que agilizar el proceso de reglamentacion. En este
momento en los Estados Unidos , tenemos una de cinco a diez anos de retraso sobre
las nuevas tecnologias de la salud para su aprobacion por la FDA (con retrasos
similares en otras naciones) . El dano causado por la celebracion de los posibles
tratamientos que salvan vidas (por ejemplo, un millon de vidas perdidas en los
Estados Unidos para cada ano retrasamos tratamientos para las enfermedades del
corazon) se da muy poco peso frente a los posibles riesgos de las nuevas terapias.
Otras protecciones deberan incluir la supervision de los organismos

reguladores , el
desarrollo de tecnologias especificas -respuestas " inmunes " , y la vigilancia asistida
por ordenador de las organizaciones policiales . Muchas personas no son conscientes
de que nuestras agencias de inteligencia ya utilizan tecnologias avanzadas, como la
palabra clave automatizado manchado para controlar un flujo sustancial de telefono,
cable, satelite, Internet y las conversaciones . A medida que avanzamos , el equilibrio
de nuestros preciados derechos de privacidad con la necesidad de ser protegidos
contra el uso malintencionado de las poderosas tecnologias de XXI siglo sera uno de
los desafios profundos . Esta es una razon por cuestiones tales como la encriptacion "
trampilla " (en el que las autoridades policiales tendrian acceso a la informacion de
otro modo seguro) y el sistema de e -mail - snooping Carnivore del FBI han sido
controversial.[37]
Como un caso de prueba se puede tomar una pequena medida de la comodidad de la
forma en que hemos abordado un reto tecnologico reciente. Existe hoy una nueva
entidad auto-replicante totalmente no biologicos que no existia hace tan solo unas
decadas : el virus informatico. Cuando esta forma de intrusion destructiva aparecio
por primera vez , gran preocupacion se expreso que a medida que se hicieron mas
sofisticados , los patogenos de software tienen el potencial de destruir el soporte
informatico de la red en la que viven . Sin embargo, el " sistema inmunologico " que
se ha desarrollado en respuesta a este reto ha sido en gran medida efectiva . Aunque
las entidades de software auto-replicantes destructivos hacen causa danos de vez en
cuando, la lesion es mas que una pequena fraccion de los beneficios que recibimos de
los ordenadores y los enlaces de comunicacion que los albergan .
Uno podria contrarrestar que los virus informaticos no tienen el

potencial letal de los
virus biologicos o de la nanotecnologia destructiva. Esto no es siempre el caso ,
contamos con software para operar nuestros centros de llamadas 911 , controlar a los
pacientes en las unidades de cuidados criticos , volar y aterrizar aviones , armas
inteligentes de guia en nuestras campanas militares , manejar nuestras transacciones
financieras , operar nuestros servicios publicos municipales , y muchas otras tareas de
mision critica. En la medida en que los virus de software todavia no representan un
peligro letal , sin embargo , esta observacion solo refuerza mi argumento. El hecho de
que los virus informaticos no suelen ser mortal para los seres humanos solo significa
que mas personas estan dispuestas a crear y liberarlos. La gran mayoria de los autores
de software antivirus no dio a conocer los virus si pensaban que iban a matar a la
gente . Tambien significa que nuestra respuesta al peligro es mucho menos intenso.
Por el contrario , cuando se trata de entidades autorreplicantes que comieron
potencialmente letal a gran escala , nuestra respuesta en todos los niveles sera mucho
mas grave .
Aunque los patogenos de software siguen siendo una preocupacion , el peligro existe
en la actualidad sobre todo en un nivel de molestia . Tenga en cuenta que nuestro
exito en la lucha contra ellos ha tenido lugar en una industria en la que no existe una
regulacion minima y certificacion para los profesionales . La industria de la
computacion en gran parte no regulada tambien es enormemente productiva. Se
podria argumentar que ha contribuido mas a nuestro progreso tecnologico y
economico que cualquier otra empresa en la historia de la humanidad .
Pero la batalla sobre los virus de software y la panoplia de agentes patogenos de

software no tendra fin. Cada vez somos mas dependientes de los sistemas de software
de mision critica y de la sofisticacion y el potencial destructivo de las armas de
software auto-replicantes seguiran aumentando . Cuando tenemos software que se
ejecuta en nuestros cerebros y cuerpos y controlar el sistema inmunologico nanobot
del mundo, las apuestas seran infinitamente mayor .

La amenaza del fundamentalismo .

El mundo esta luchando con una forma de fundamentalismo religioso , especialmente
perniciosa en forma de terrorismo islamico radical. Aunque pueda parecer que estos
terroristas tienen ningun programa que no sea la destruccion , ellos tienen una agenda
que va mas alla de la interpretacion literal de las escrituras antiguas : esencialmente ,
a dar marcha atras en las ideas modernas, tales como la democracia, los derechos de
la mujer y la educacion.

Pero el extremismo religioso no es la unica forma de fundamentalismo que representa
una fuerza reaccionaria. Al comienzo de este capitulo que cite Patrick Moore,
cofundador de Greenpeace, en su desilusion con el movimiento que el ayudo a fundar

La cuestion que socavo el apoyo de Greenpeace de Moore era su total oposicion a
Golden Rice , una variedad de arroz geneticamente modificado para que contenga
altos niveles de beta- caroteno, precursor de la vitamina A.38 Cientos de millones de
personas en Africa y Asia carecen de suficiente vitamina A, con medio millon de
ninos que van ciegos cada ano a partir de la deficiencia, y millones mas contraer otras
enfermedades relacionadas. Unos siete onzas al dia del arroz dorado proporcionaria el
100 por ciento de la vitamina de los ninos Un requisito . Los numerosos estudios han
demostrado que este grano , asi como muchos otros organismos modificados
geneticamente (OMG) , es seguro . Por ejemplo , en 2001 la

Comision Europea
publico ochenta y un estudios que concluyeron que los transgenicos han " no se
muestra los nuevos riesgos para la salud humana o el medio ambiente , mas alla de
las incertidumbres habituales de fitomejoramiento convencional. De hecho, el uso de
la tecnologia mas precisa y la mayor escrutinio regulador probable que sean aun mas
seguros que las plantas y los alimentos convencionales. " [39]
No es mi posicion de que todos los transgenicos son inherentemente seguro, se
necesita , obviamente, las pruebas de seguridad de cada producto. Sin embargo, el
movimiento anti -GMO toma la posicion de que todos los OMG es, por su naturaleza
muy peligrosos , a fin de que no tiene ninguna base cientifica.
La disponibilidad de arroz dorado se ha retrasado por al menos cinco anos a traves de
la presion de Greenpeace y otros activistas anti- OGM. Moore , senalando que este
retraso hara que millones de ninos adicionales a quedar ciego , cita a los opositores
del grano como una amenaza "para extraer el arroz GM fuera de los campos de los
agricultores si se atreven a plantar . " Del mismo modo , las naciones africanas se han
visto presionados a rechazar la ayuda alimentaria OMG y las semillas modificadas
geneticamente , lo que empeora las condiciones de famine.40 ultima instancia, la
capacidad demostrada de tecnologias como los OGM para resolver problemas
abrumadores prevalecera , pero los retrasos temporales causados por la oposicion
irracional voluntad , sin embargo, dar lugar a sufrimientos innecesarios.
Algunos sectores del movimiento ambiental se han convertido en luditas -
fundamentalistas "fundamentalista" a causa de su intento fallido de conservar las
cosas como son (o eran) ; " ludita " debido a la posicion reflexiva frente a soluciones
tecnologicas a los problemas pendientes. Ironicamente, son plantas

GMO – muchos
de los cuales estan disenados para resistir insectos y otras formas de deterioro y por lo
tanto requieren niveles muy reducidos de productos quimicos , en su caso , que
ofrecen la mejor esperanza para revertir asalto al medio ambiente de los productos
quimicos como los pesticidas .
En realidad, mi caracterizacion de estos grupos como " luditas fundamentalistas " es
redundante , porque Ludditism es inherentemente fundamentalistas. Refleja la idea de
que la humanidad sera mejor sin cambio , sin progreso. Esto nos lleva de nuevo a la
idea de la renuncia , ya que el entusiasmo por renunciar a la tecnologia a gran escala
proviene de las mismas fuentes intelectuales y grupos de activistas que integran el
segmento ludita del movimiento ecologista .

Humanismo fundamentalista .

Con las tecnologias G y N empezando a modificar nuestros cuerpos y cerebros , otra
forma de oposicion a los avances que ha surgido en la forma de " humanismo
fundamentalista ": oposicion a cualquier cambio en la naturaleza de lo que significa
ser humano (por ejemplo, el cambio nuestros genes y que toman otros pasos hacia la
extension radical de la vida). Este esfuerzo , tambien, en ultima instancia, se
producira un error , sin embargo , debido a que la demanda de terapias que pueden
superar el sufrimiento , la enfermedad y vida corta inherentes a nuestra version 1,0
cuerpos en ultima instancia resultar irresistible .
Al final , es solo la tecnologia , especialmente GNR - que ofrecera el impulso
necesario para superar los problemas que la civilizacion humana ha luchado por
muchas generaciones.

Desarrollo de tecnologías defensivas y el impacto del Reglamento

Una de las razones que hace necesaria una amplia renuncia tienen suplica es que

pintan un cuadro de peligros futuros , asumiendo que se dara a conocer en el contexto
del mundo de hoy sin preparacion . La realidad es que la sofisticacion y el poder de
nuestro conocimiento y tecnologias de defensa creceran junto con los peligros. Un
fenomeno como plaga gris (replicacion nanobot desenfrenada) se respondio con
"azul goo " (nanobots " policia" que combaten la "mala" nanobots). Obviamente, no
podemos decir con seguridad que vamos a evitar con exito el mal uso . Pero la forma
mas segura de evitar el desarrollo de tecnologias defensivas eficaces seria renunciar a
la busqueda del conocimiento en una serie de areas. Hemos sido capaces de controlar
la replicacion en gran medida -virus software perjudicial porque el conocimiento
requerido es ampliamente disponible para los profesionales responsables. Los
intentos de restringir tal conocimiento habria dado lugar a una situacion mucho
menos estable. Las respuestas a nuevos desafios habrian sido mucho mas lento , y es
probable que el equilibrio se habria desplazado hacia aplicaciones mas destructivos
(tales como virus de software auto - modificadores) .
Si comparamos el exito que hemos tenido en el control de virus de software
disenados para el proximo reto de controlar los virus biologicos de ingenieria , nos
sorprende con una diferencia relevante . Como he senalado anteriormente, la industria
del software es casi completamente regulada. Lo mismo no es obviamente cierto para
la biotecnologia . Mientras que un bioterrorista no necesita para poner sus "
invenciones" a traves de la FDA , requerimos que los cientificos desarrollan
tecnologias defensivas a seguir los reglamentos existentes, que ralentizan el proceso
de innovacion en cada paso. Por otra parte, segun las normas vigentes y las normas
eticas , no es posible poner a prueba las defensas contra los

agentes bioterroristas .
Luego de un amplio ya esta en marcha para modificar estas normas para permitir
modelos animales y simulaciones para sustituir los ensayos en humanos inviables .
Esto sera necesario , pero creo que tendremos que ir mas alla de estas medidas para
acelerar el desarrollo de tecnologias de defensa de necesidad vital .
En terminos de politicas publicas la tarea es desarrollar con rapidez las medidas
defensivas necesarias , que incluyen las normas eticas , normas juridicas, y las
propias tecnologias defensivas. Es claramente una carrera. Como he senalado, en el
campo de las tecnologias de software defensivos han respondido rapidamente a las
innovaciones en las ofensivas. En el campo medico , en cambio, una amplia
regulacion frena la innovacion , por lo que no puede tener la misma confianza con
respecto a los abusos de la biotecnologia . En el contexto actual , cuando una persona
muere en los ensayos de terapia genica , la investigacion puede ser severamente
restricted.[41] Hay una necesidad legitima para que la investigacion biomedica lo mas
seguro posible , pero nuestro balance de riesgos esta completamente sesgada .
Millones de personas necesitan desesperadamente los avances prometidos por la
terapia genica y otros avances de la biotecnologia de vanguardia , pero parecen tener
poco peso politico en contra de un punado de victimas muy publicitados contra los
riesgos inevitables del progreso.
Esta ecuacion de equilibrio de riesgo sera aun mas marcado si tenemos en cuenta los
peligros de patogenos emergentes bioingenieria . Lo que se necesita es un cambio en
la actitud del publico en la tolerancia al riesgo necesario. Acelerar tecnologias
defensivas es absolutamente vital para nuestra seguridad . Tenemos que simplificar
los procedimientos reglamentarios para lograrlo. Al mismo tiempo,

debemos
aumentar en gran medida la inversion de manera explicita en las tecnologias
defensivas. En el campo de la biotecnologia esto significa que el rapido desarrollo de
medicamentos antivirales . No vamos a tener tiempo para formular medidas
especificas para cada nuevo reto que se presente. Estamos cerca el desarrollo de
tecnologias antivirales mas generalizadas , como la interferencia de ARN , y estos
deben ser aceleradas .
Estamos abordando la biotecnologia aqui porque ese es el umbral de inmediato y reto
que ahora nos enfrentamos . En el umbral de los enfoques de nanotecnologia de autoorganizacion
, vamos a continuacion, tendra que invertir especificamente en el desarrollo de tecnologias de defensa en esa zona, que incluye la creacion de un
sistema inmune tecnologico. Considere como funciona nuestro sistema inmunologico
biologica. Cuando el cuerpo detecta un patogeno de las celulas T y otras celulas del
sistema inmune de auto - replicarse rapidamente para luchar contra el invasor . Un
sistema inmune nanotecnologia funcionaria de manera similar tanto en el cuerpo
humano y en el medio ambiente e incluiria centinelas nanobots capaces de detectar
delincuentes nanobots autorreplicantes . Cuando una amenaza era detecta ,
rapidamente se crearian nanobots defensivas capaces de destruir a los intrusos
(eventualmente con la auto- replicacion) para proporcionar una fuerza de defensa
eficaz.
Bill Joy y otros observadores han senalado que un sistema inmune podria ser en si
mismo un peligro debido al potencial de reacciones " autoinmunes " (es decir, los
nanobots del sistema inmunologico que atacan el mundo se supone que deben
defender) .42 Sin embargo, esta posibilidad no es una razon de peso para evitar la

creacion de un sistema inmune. Nadie diria que los humanos estarian mejor sin un
sistema inmunologico debido a la posibilidad de desarrollar enfermedades
autoinmunes. Aunque el sistema inmunologico puede presentar un peligro en si , los
seres humanos no podrian durar mas de unas pocas semanas (salvo los
extraordinarios esfuerzos de aislamiento) sin uno. Y aun asi, el desarrollo de un
sistema inmunologico tecnologica para la nanotecnologia va a pasar incluso sin
esfuerzos explicitos para crear uno . Esto ha sucedido efectivamente en materia de
virus de software , la creacion de un sistema inmunologico no a traves de un gran
proyecto - diseno formal , sino mas bien a traves de respuestas graduales a cada
nuevo desafio y mediante el desarrollo de algoritmos heuristicos para la deteccion
temprana . Podemos esperar lo mismo ocurrira como desafios surgen peligros de la
nanotecnologia basados . El punto de la politica publica sera invertir especificamente
en estas tecnologias defensivas.
Es que hoy es prematuro elaborar nanotecnologias defensivos especificos , ya que
ahora podemos tener solo una idea general de lo que estamos tratando de combatir.
Sin embargo , el dialogo fructifero y debate sobre la anticipacion este problema ya
estan teniendo lugar , y la inversion ampliado significativamente en estos esfuerzos se
debe fomentar. Como mencione anteriormente, el Foresight Institute, como un
ejemplo, se ha ideado un conjunto de normas eticas y estrategias para asegurar el
desarrollo de la nanotecnologia seguro, basado en las directrices para
biotechnology.43 Cuando gen splicing comenzo en 1975 dos biologos , Maxine
Singer y Paul Berg , propuso una moratoria sobre la tecnologia hasta que se podrian
abordar las preocupaciones de seguridad . Parece evidente que no

habia riesgo
sustancial si se introdujeron en patogenos , tales como el resfriado comun , que se
propagan facilmente genes de venenos . Despues de directrices moratoria de diez
meses se acordaron en la conferencia de Asilomar , que incluye medidas de
contencion fisica y biologica , prohibicion de determinados tipos de experimentos y
otras estipulaciones . Estas directrices de biotecnologia se han seguido estrictamente ,
y no se han reportado accidentes en los treinta anos de historia del campo .
Mas recientemente , la organizacion que representa en el mundo el trasplante de
organos cirujanos ha adoptado una moratoria sobre el trasplante de organos de
animales a humanos vascularizados . Esto se hizo por temor a la propagacion de largo
latentes xenoviruses de tipo VIH de los animales , como los cerdos o los babuinos en
la poblacion humana. Por desgracia , esa moratoria tambien puede retrasar la
disponibilidad de xenoinjertos de salvamento (organos de animales modificados
geneticamente que son aceptados por el sistema inmunologico humano) a los
millones de personas que mueren cada ano por el corazon, los rinones y
enfermedades del higado. Geoethicist Martine Rothblatt ha propuesto sustituir esta
moratoria con un nuevo conjunto de directrices eticas y regulations.44
En el caso de la nanotecnologia , el debate sobre la etica ha iniciado un par de
decadas antes de la disponibilidad de las aplicaciones especialmente peligrosos . Las
disposiciones mas importantes de las directrices del Instituto de prospectiva incluyen:
• " replicadores artificiales no deben ser capaces de replicacion en un entorno
natural , no controlada . "
• "La evolucion en el contexto de un sistema de fabricacion de auto -replicantes se

recomienda. "
• " disenos de dispositivos MNT deben limitar especificamente la proliferacion y
proporcionar trazabilidad de cualquier sistemas de replicacion " .
• " Distribucion de la capacidad de desarrollo de la fabricacion molecular se debe
restringir en lo posible, a los actores responsables que han acordado utilizar las
Directrices. Esta restriccion no tiene por que aplicarse a los productos finales del
proceso de desarrollo . "
Otras estrategias que el Instituto Foresight ha propuesto incluyen:
• Replicacion debe requerir materiales no se encuentran en el medio ambiente natural.
• Fabricacion (replicacion) debe ser separado de la funcionalidad de los productos
finales . Dispositivos de fabricacion pueden crear productos finales , pero no puede
replicarse a si mismos , y los productos finales no tienen capacidad de replicacion.
• Replicacion debe requerir codigos de replicacion que se cifran y tiempo limitado.
La emision arquitectura se menciono anteriormente es un ejemplo de esta
recomendacion.
Estas directrices y estrategias tienden a ser efectivo para prevenir la liberacion
accidental de entidades nanotecnologia autorreplicantes peligrosas. Pero lidiar con el
diseno y la liberacion intencional de tales entidades es un problema mas complejo y
desafiante. Un oponente lo suficientemente determinado y destructivo podria derrotar
a cada una de estas capas de proteccion . Tomemos, por ejemplo , la arquitectura de
difusion . Cuando se disena correctamente , cada entidad es incapaz de replicarse sin
primero la obtencion de codigos de replicacion, que no se repiten de una generacion a
la siguiente replicacion . Sin embargo , una modificacion de un diseno de este tipo
podria eludir la destruccion de los codigos de replicacion y de ese modo pasarlos a la
siguiente generacion . Para contrarrestar esa posibilidad , se ha

recomendado que la
memoria de los codigos de replicacion se limita a solo un subconjunto del codigo
completo. Sin embargo , esta norma podria ser derrotado por la ampliacion del
tamano de la memoria .
Otra proteccion que se ha sugerido es encriptar los codigos y construir en la
proteccion de los sistemas de descodificacion , como las limitaciones de tiempo de
caducidad. Sin embargo , podemos ver lo facil que ha sido para derrotar a la
proteccion contra repeticiones no autorizados de propiedad intelectual, tales como
archivos de musica . Una vez que los codigos de replicacion y las capas de proteccion
son despojados , la informacion se puede replicar sin estas restricciones .
Esto no significa que la proteccion es imposible. Mas bien, cada nivel de proteccion
funcionara solo a un cierto nivel de sofisticacion. El meta- leccion aqui es que
tendremos que colocar mas alta prioridad de la sociedad vigesimo primer siglo en el
continuo avance de las tecnologias defensiva , manteniendolos uno o varios pasos por
delante de las tecnologias destructivas (o al menos no mas que un rapido paso atras).

Protección contra "Desagradable " AI fuerte .

Incluso tan eficaz como un mecanismo de difusion de la arquitectura , sin embargo ,
no va a servir de proteccion contra los abusos de la IA fuerte . Las barreras
proporcionadas por la arquitectura de difusion dependen de la falta de inteligencia en
entidades nanoingenieria . Por definicion , sin embargo , las entidades inteligentes
tienen la inteligencia para superar facilmente las barreras.
Eliezer Yudkowsky ha analizado extensamente paradigmas , arquitecturas y las
normas eticas que pueden ayudar a asegurar que una vez que la IA fuerte tiene la
forma de acceder y modificar su propio diseno sigue siendo agradable a la humanidad

biologica y de apoyo de sus valores. Teniendo en cuenta que la auto- mejora AI fuerte
no se puede recuperar , puntos Yudkowsky recuerda que tenemos que "hacer las cosas
bien la primera vez "y que su diseno inicial debe tener" cero errores no recuperables.
" [45]
Intrinsecamente no habra proteccion absoluta contra la IA fuerte . Aunque el
argumento es sutil , creo que el mantenimiento de un sistema de mercado abierto para
el progreso cientifico y tecnologico gradual, en el que cada paso esta sujeto a la
aceptacion del mercado , proporcionara el ambiente mas constructivo para la
tecnologia de encarnar los valores humanos generalizadas . Como ya he senalado, la
IA fuerte esta saliendo de muchos diversos esfuerzos y sera profundamente integrado
en la infraestructura de nuestra civilizacion. En efecto, estara intimamente integrada
en nuestros cuerpos y cerebros . Como tal, se reflejan nuestros valores, ya que sera de
nosotros. Los intentos por controlar estas tecnologias a traves de programas
gubernamentales secretos , junto con el desarrollo subterraneo inevitable , solo
fomentarian un entorno inestable en el que las aplicaciones peligrosas podrian llegar
a ser dominante.

Decentralization .

Una tendencia profunda ya en marcha que proporcionara una mayor estabilidad es el
movimiento de las tecnologias centralizadas a las distribuidas y desde el mundo real
al mundo virtual se discutio anteriormente . Tecnologias centralizadas implican la
agregacion de recursos tales como personas (por ejemplo , ciudades, edificios) , la
energia (tales como plantas de energia nuclear , los liquidos de gas natural y de los
petroleros , oleoductos energia) , el transporte (aviones , trenes) , y otros articulos .
Tecnologias centralizadas estan sujetas a interrupciones y desastres

. Tambien tienden
a ser ineficiente , desperdicio , y perjudicial para el medio ambiente
.
Tecnologias distribuidas , por otro lado , tienden a ser flexible, eficiente y
relativamente benigna en sus efectos ambientales . La tecnologia distribuida por
excelencia es el Internet. El Internet no se ha visto alterada sustancialmente hasta la
fecha, y ya que sigue creciendo, su robustez y resistencia seguira fortaleciendo . Si
cualquier hub o canal se baja , la informacion simplemente encamina a su alrededor.

Distributed Energy .

En materia de energia , es necesario alejarse de las instalaciones muy concentradas y
centralizadas en la que ahora dependemos. Por ejemplo , una empresa es pilas de
combustible pioneros que son microscopicas , utilizando MEMS technology.46 Se
fabrican como chips electronicos , pero en realidad son dispositivos de
almacenamiento de energia con una relacion de energia a tamano significativamente
superior a la de la tecnologia convencional. Como he dicho antes, nanoingenieria
paneles solares seran capaces de satisfacer nuestras necesidades de energia de manera
distribuida , renovable y limpia. En ultima instancia la tecnologia a lo largo de estas
lineas podria encender todo, desde nuestros telefonos moviles para nuestros vehiculos
y viviendas . Este tipo de tecnologias energeticas descentralizadas no estarian sujetos
a un desastre o interrupcion.

A medida que estas tecnologias se desarrollan , nuestra necesidad de sumar gente en
grandes edificios y ciudades disminuira , y la gente va a extenderse, vivir donde
quieren y reunir en la realidad virtual.

Libertades civiles en la era de la Guerra Asimétrica .

La naturaleza de los ataques terroristas y la filosofia de las organizaciones detras de
ellos destacan como las libertades civiles pueden estar en

contradiccion con los
intereses legitimos del Estado en materia de vigilancia y control. Nuestro sistema - y
la aplicacion de la ley en efecto, gran parte de nuestro pensamiento acerca de la
seguridad se basa en la suposicion de que las personas estan motivadas para preservar
su propia vida y bienestar. Esa logica subyace a todas nuestras estrategias , de la
proteccion en el ambito local a la destruccion mutua asegurada en el escenario
mundial . Pero un enemigo que valora la destruccion tanto de su enemigo y el mismo
no puede ser objeto de esta linea de razonamiento.
Las implicaciones de tratar con un enemigo que no valoran su propia supervivencia
estan profundamente molestos y han dado lugar a la controversia que solo se
intensificara a medida que las apuestas siguen en aumento . Por ejemplo , cuando el
FBI identifica una celula terrorista probable es que detener a los participantes , a
pesar de que puede haber pruebas suficientes para condenarlos por un delito y no
podran sin embargo, incluso han cometido un delito. Bajo las reglas de
enfrentamiento en nuestra guerra contra el terrorismo , el gobierno sigue manteniendo
a estas personas .
En un editorial principal , el New York Times, se opuso a esta politica , a la que
describio como una "disposicion preocupante. " [47] El documento sostiene que el
gobierno debe liberar a los detenidos , ya que aun no han cometido un delito y deben
nuevas detenciones que solo despues de que lo han hecho. Por supuesto, en ese
momento los sospechosos de terrorismo pueden estar muerto junto con un gran
numero de sus victimas. .Como pueden las autoridades posiblemente romper una
vasta red de celulas descentralizadas de los terroristas suicidas si no tienen que
esperar a que cada uno de ellos para cometer un crimen?

Por otra parte esta misma logica ha sido utilizada de forma rutinaria por los
regimenes tiranicos para justificar la renuncia a las garantias judiciales que hemos
llegado a apreciar. Asimismo, es justo afirmar que restringir las libertades civiles de
esta manera es exactamente el objetivo de los terroristas, que desprecian nuestras
nociones de libertad y el pluralismo . Sin embargo , no veo la posibilidad de que
cualquier tecnologia de "bala magica " que esencialmente cambiar este dilema.
La trampilla de cifrado puede ser considerada como una innovacion tecnica que el
gobierno se ha propuesto , en un intento de equilibrar las necesidades individuales
legitimos de la vida privada con la necesidad del gobierno de vigilancia . Junto con
este tipo de tecnologia tambien necesitamos la innovacion politica necesaria para
proporcionar una supervision efectiva , tanto por los poderes judicial y legislativo , de
uso de la rama ejecutiva de estas trampas , para evitar la posibilidad de abuso de
poder. La naturaleza secreta de nuestros enemigos y su falta de respeto por la vida
humana, incluyendo su propio profundamente a prueba los cimientos de nuestras
tradiciones democraticas.

Un programa para GNR Defensa

Venimos de peces de colores , en esencia , pero que [no] significa que nos dimos la
vuelta y matamos a todos los peces de colores . Tal vez [las IA] nos va a alimentar a
una vez por semana .... Si tuviera una maquina con un 10 a la IQ de energia 18a sobre
los seres humanos , .no quieres que gobierne , o al menos controlar su economia? -
Seth Shostak
.Como podemos lograr los profundos beneficios de la GNR , mientras que mejorar
sus peligros ? Aqui esta una revision de una propuesta de programa para contener los
riesgos GNR :

La recomendacion mas urgente es aumentar considerablemente la inversion en
tecnologias de defensa. Dado que ya estamos en la era de G, la mayor parte de esta
inversion hoy debe estar en (biologicos) los medicamentos y los tratamientos
antivirales. Tenemos nuevas herramientas que se adaptan bien a esta tarea.
Interferencia de ARN , por ejemplo , se puede utilizar para bloquear la expresion
genica . Practicamente todas las infecciones (asi como el cancer) se basan en la
expresion de genes en algun momento durante sus ciclos de vida .
Los esfuerzos para anticipar las tecnologias defensivas necesarias para guiar con
seguridad N y R tambien deben ser apoyadas , y estos deben incrementarse
sustancialmente a medida que nos acercamos a la viabilidad de la fabricacion
molecular y de la IA fuerte , respectivamente . Un beneficio adicional importante
seria acelerar los tratamientos eficaces para las enfermedades infecciosas y el cancer.
He testificado ante el Congreso sobre este tema , abogando por la inversion de
decenas de miles de millones de dolares al ano (menos de 1 por ciento del PIB) para
hacer frente a esta nueva y poco reconocida amenaza existencial para la humanidad "
• Tenemos que agilizar el proceso de regulacion de las tecnologias geneticas y
medicas. Las normas no impiden el uso malevolo de la tecnologia , pero retrasan
considerablemente las defensas necesarias . Como se ha mencionado , es necesario
equilibrar mejor los riesgos de las nuevas tecnologias (por ejemplo, los nuevos
medicamentos) contra el mal conocida de retraso.
• Un programa global de monitoreo serico confidencial , al azar de desconocidos o
evolucion biologica patogenos deben ser financiados . Existen herramientas de
diagnostico para identificar rapidamente la existencia de la proteina desconocida o

secuencias de acidos nucleicos . La inteligencia es clave para la defensa, y tal
programa podria proporcionar valiosa advertencia temprana de una epidemia
inminente. Un programa de " centinela patogeno " se ha propuesto desde hace
muchos anos por las autoridades de salud publica , pero nunca ha recibido una
financiacion adecuada.
• moratorias temporales bien definidas y especificas , como el ocurrido en el campo
de la genetica en 1975, puede ser necesario de vez en cuando . Pero esa suspension es
poco probable que sean necesarios con la nanotecnologia. Esfuerzos generales en
renunciar a las principales areas de la tecnologia solo sirven para continuar vasto
sufrimiento humano al retrasar los aspectos beneficiosos de las nuevas tecnologias , y
en realidad hacen que los peligros peor.
• Los esfuerzos para definir la seguridad y las directrices eticas de la nanotecnologia
debe continuar. Tales directrices inevitablemente se convertira mas detallada y
refinada medida que nos acercamos a la fabricacion molecular.
• Para crear el apoyo politico para financiar los esfuerzos sugeridos anteriormente, es
necesario sensibilizar a la poblacion de estos peligros . Porque, por supuesto , existe
la desventaja de dar la alarma y generar apoyo para los desinformados mandatos
antitecnologia generales, tambien tenemos que crear un entendimiento publico de los
grandes beneficios de los continuos avances en la tecnologia.
• Estos riesgos atraviesan fronteras internacionales , lo cual es , por supuesto , nada
nuevo, los virus biologicos , virus de software, y los misiles ya cruzan esas fronteras
con impunidad. La cooperacion internacional es vital para contener el virus SARS y
sera cada vez mas importante para enfrentar los retos del futuro . Organizaciones de
todo el mundo , como la Organizacion Mundial de la Salud , que ayudo a coordinar la

respuesta al SRAS , es necesario fortalecer .
• Una cuestion politica contemporanea polemico es la necesidad de una accion
preventiva para combatir amenazas , tales como terroristas tengan acceso a armas de
destruccion masiva o naciones rebeldes que apoyan a tales terroristas . Dichas
medidas estaran siempre polemica , pero la posible necesidad de ellos es clara . Una
explosion nuclear puede destruir una ciudad en cuestion de segundos . Un patogeno
auto-replicante , ya sea en base biologica o la nanotecnologia , podria destruir nuestra
civilizacion en cuestion de dias o semanas. No siempre podemos darnos el lujo de
esperar a que la masificacion de los ejercitos u otros indicios evidentes de mala
intencion antes de tomar medidas de proteccion.
• Las agencias de inteligencia y las autoridades policiales tendran un papel vital en la
prevencion de la mayoria de los incidentes potencialmente peligrosos . Sus esfuerzos
deben involucrar a las tecnologias mas potentes disponibles . Por ejemplo, antes de
terminar la decena , dispositivos del tamano de las particulas de polvo seran capaces
de llevar a cabo misiones de reconocimiento . Al llegar a la decada de 2020 y tienen
software que se ejecuta en nuestros cuerpos y cerebros , las autoridades
gubernamentales tendran una necesidad legitima de vez en cuando para supervisar
estos dispositivos de software . El potencial para el abuso de estos poderes es
evidente. Tendremos que lograr un camino medio de la prevencion de eventos
catastroficos , preservando nuestra privacidad y la libertad.
• Los enfoques anteriores seran insuficientes para hacer frente al peligro de la I
patologico (IA fuerte). Nuestra estrategia principal en esta area debe ser optimizar la
probabilidad de que la inteligencia no biologica futuro reflejara nuestros valores de
libertad , tolerancia y respeto por el conocimiento y la diversidad.

La mejor manera
de lograr esto es fomentar esos valores en nuestra sociedad hoy y en el futuro. Si esto
suena vago , lo es. Sin embargo, no existe una estrategia puramente tecnica que es
viable en esta zona, ya que una mayor inteligencia siempre encontrara una manera de
eludir las medidas que son el producto de una inteligencia menor . La inteligencia no
biologica que estamos creando es y sera incorporado en nuestras sociedades y reflejar
nuestros valores. La fase transbiological implicara la inteligencia no biologica
profundamente integrado con inteligencia biologica . Esto amplificar nuestras
capacidades y nuestra aplicacion de estos mayores poderes intelectuales se rige por
los valores de sus creadores. La era transbiological finalmente dar paso a la era
postbiological , pero es de esperar que nuestros valores seguiran siendo influyente.
Esta estrategia no es ciertamente infalible, pero es el principal medio que tenemos
hoy para influir en el curso futuro de la IA fuerte .
La tecnologia seguira siendo un arma de doble filo. Representa un gran poder que se
utilizara para todos los propositos de la humanidad . GNR proporcionara los medios
para superar viejos problemas como la enfermedad y la pobreza , sino que tambien
dara poder ideologias destructivas. No tenemos otra opcion sino para fortalecer
nuestras defensas mientras aplicamos estas tecnologias vivificantes de promover
nuestros valores humanos , a pesar de una aparente falta de consenso sobre lo que
estos valores deberian ser.
MOLLY 2004 : De acuerdo, ahora se ejecutan ese escenario sigiloso por mi otra vez ,
ya sabes, aquel en el que las malas nanobots extienden silenciosamente a traves de la
biomasa para obtener ellos mismos en su posicion , pero en realidad no se expanden
para destruir notoriamente nada hasta que estan repartidos por

todo el globo.
RAY : Bueno, los nanobots se extenderian a concentraciones muy bajas , por ejemplo
un atomo de carbono por 1.015 en el biomasa , por lo que se sembro en toda la
biomasa. Por lo tanto, la velocidad de propagacion fisica de los nanobots destructivos
no seria un factor limitante cuando posteriormente se replican en su lugar . Si se salta
la fase de sigilo y ampliado en lugar de un solo punto, el nanodisease difusion se dio
cuenta , y la difusion en todo el mundo seria relativamente lento.
MOLLY 2004 : Entonces, .como vamos a protegernos de eso? En el momento en que
comienzan la fase dos , tenemos solo unos noventa minutos, o menos , si se quiere
evitar un dano enorme .
RAY : Debido a la naturaleza del crecimiento exponencial , la mayor parte de los
danos se hace en los ultimos minutos , pero el punto esta bien tomado. En cualquier
caso, no vamos a tener una oportunidad sin un sistema inmune nanotecnologia.
Obviamente , no podemos esperar hasta el comienzo de un ciclo de noventa minutos
de la destruccion para empezar a pensar en crear uno. Tal sistema seria muy
comparable a nuestro sistema inmune humano . .Cuanto tiempo a circa humana
biologica 2004 ultima sin uno ?
MOLLY 2004 : No mucho , supongo. .Como elegir el sistema de nano -inmune a
estos malos nanobots si solo son uno de cada mil billones ?
RAY : Tenemos el mismo problema con el sistema inmunologico biologica. La
deteccion de incluso una sola proteina extrana desencadena una accion rapida por las
fabricas de anticuerpos biologicos , por lo que el sistema inmune es alli en la fuerza
por el tiempo de un patogeno alcanza cerca de un nivel critico . Vamos a necesitar
una capacidad similar para el sistema nanoimmune .
CHARLES DARWIN : Ahora dime, nanobots el sistema inmunologico tiene la

capacidad de replicarse ?
RAY : Ellos tendrian que ser capaces de hacer esto , de lo contrario no seria capaz de
seguir el ritmo de los nanobots patogenos replicantes. Ha habido propuestas para
sembrar la biomasa con nanobots del sistema inmune de proteccion en una
concentracion particular , pero tan pronto como los malos nanobots superaron
significativamente la concentracion fija el sistema inmunologico perderian . Robert
Freitas propone nanofactories no replicantes que puedan resultar nanorobots
adicionales de proteccion cuando sea necesario. Creo que esto es probable que frente
a las amenazas por un tiempo , pero al final el sistema defensivo a necesitar la
capacidad de replicar sus capacidades inmunes en el lugar para mantener el ritmo de
las nuevas amenazas.
CHARLES : .Entonces no son el sistema inmunologico nanobots totalmente
equivalente a la fase uno nanobots malevolos ? Me refiero a la siembra de la biomasa
es la primera fase del escenario de sigilo .
RAY : Pero el sistema inmunologico nanobots estan programados para protegernos y
no para destruirnos .
CHARLES : Entiendo que el software se puede modificar.
RAY : Hacked , quieres decir?
CARLOS : Si , exactamente. Asi que si el software del sistema inmunologico es
modificada por un hacker para convertir simplemente en su capacidad de autoreplicacion
sin fin -
RAY : - Si , bueno, tendremos que tener cuidado con eso , .no?
MOLLY 2004 : lo que dire.
RAY : Tenemos el mismo problema con el sistema inmunologico biologica. Nuestro
sistema inmune es comparativamente potente , y si resulta en nosotros que es una
enfermedad autoinmune , que puede ser insidiosa . Pero todavia no hay alternativa a
tener un sistema inmune.

MOLLY 2004 : Asi que un virus de software podria activar el sistema inmunologico
nanobot en un destructor stealth ?
RAY : Es posible. Es justo concluir que la seguridad del software que va a ser el tema
decisivo para muchos niveles de la civilizacion humana - maquina. Con todo,
convirtiendose en la informacion, el mantenimiento de la integridad del software de
nuestras tecnologias defensivas sera fundamental para nuestra supervivencia. Incluso
en el plano economico , el mantenimiento del modelo de negocio que crea la
informacion sera fundamental para nuestro bienestar .
MOLLY 2004 : Esto me hace sentir mas impotente. Quiero decir , con todos estos
buenos y malos nanobots batallando , solo voy a ser un espectador desgraciado .
RAY : Eso no es un fenomeno nuevo. .Cuanta influencia tiene usted en 2004 sobre la
disposicion de las decenas de miles de armas nucleares en el mundo ?
MOLLY 2004 : Por lo menos tengo una voz y un voto en las elecciones que afectan a
cuestiones de politica exterior .
RAY : No hay ninguna razon para que eso cambie . Prever un sistema inmune fiable
nanotecnologia sera uno de los grandes temas politicos de la decada de 2020 y 2030 .
MOLLY 2004 : Entonces .que pasa con la IA fuerte ?
RAY : La buena noticia es que nos protege de la nanotecnologia malevola , ya que
sera lo suficientemente inteligente como para que nos ayude a mantener nuestras
tecnologias defensivas por delante de las destructivas.
NED LUDD : Suponiendo que esta de nuestro lado .
RAY : En efecto .

CAPÍTULO NUEVE

Respuesta a los críticos

La mente humana le gusta una idea extrana tan poco como el cuerpo le gusta una
proteina extrana y se resiste con una energia similar. - W . I. BEVERIDGE
Si un ... cientifico dice que algo es posible, es casi seguro que es,

pero si el dice que
es imposible, probablemente esta equivocado . - ARTHUR C. CLARKE

Una panoplia de críticas

En La era de las maquinas espirituales , me puse a examinar algunas de las tendencias
aceleradas que he tratado de explorar en mayor profundidad en este libro. ASM
inspiro una amplia variedad de reacciones , incluyendo extensas discusiones de los
profundos cambios que se avecinan , a su juicio, (por ejemplo, el debate promesa
versus riesgo motivada por la historia con conexion de cable de Bill Joy , " .Por que
el futuro no nos necesita ", como yo revisado en el capitulo anterior) . La respuesta
tambien incluye los intentos de argumentar en muchos niveles por que esos cambios
transformadores no lo haria, no podia, o no deberia suceder. He aqui un resumen de
las criticas sere responder en el presente capitulo :

• La "critica de Malthus ": Es un error de extrapolar las tendencias exponenciales
indefinidamente , ya que inevitablemente se quedan sin recursos para mantener el
crecimiento exponencial . Por otra parte, no vamos a tener suficiente energia para
alimentar el extraordinariamente densa pronostico plataformas de computo, e incluso
si lo hicieramos tendriamos que ser tan caliente como el sol. Tendencias
exponenciales hacen llegar a una asintota , pero los recursos de la materia y la energia
necesarios para el calculo y la comunicacion son tan pequenos por calculo y por poco
que estas tendencias pueden continuar hasta el punto donde la inteligencia no
biologica es de billones de billones de veces mas potente que la inteligencia biologica
La computacion reversible puede reducir los requisitos de energia , asi como la
disipacion de calor , en muchos ordenes de magnitud . Incluso restringiendo el
calculo de los ordenadores "en frio" lograra plataformas de

computacion no
biologicos que superan ampliamente la inteligencia biologica.
• La "critica del software ": Estamos haciendo avances exponenciales en hardware,
pero el software se ha quedado atascado en el barro. Aunque el tiempo de duplicacion
para el progreso en el software es mas largo que para el hardware computacional , el
software tambien se esta acelerando en la eficacia , eficiencia , y la complejidad .
Muchas aplicaciones de software , que van desde motores de busqueda para juegos,
utilizan habitualmente tecnicas de IA que eran solo los proyectos de investigacion
hace una decada. Tambien importantes beneficios se han hecho en la complejidad
global de software , en la productividad del software, y en la eficiencia de software en
la solucion de problemas algoritmicos clave . Por otra parte , tenemos un plan de
juego eficaz para lograr las capacidades de la inteligencia humana en una maquina :
la ingenieria inversa del cerebro para captar sus principios de funcionamiento y la
aplicacion de esos principios en plataformas de computacion del cerebro capaces.
Cada aspecto de la ingenieria inversa del cerebro se esta acelerando : la resolucion
espacial y temporal de la exploracion del cerebro , el conocimiento acerca todos los
niveles de funcionamiento del cerebro, y los esfuerzos para modelar y simular con
realismo las neuronas y las regiones cerebrales.
• La "critica de procesamiento analogico ": la computacion digital es demasiado
rigida , porque los bits digitales ya sea dentro o fuera . Inteligencia biologica es
principalmente analogica , por lo sutiles gradaciones pueden ser consideradas. Es
cierto que el cerebro humano utiliza metodos analogicos digitales controlados , pero
tambien puede utilizar estos metodos en nuestras maquinas. Por otra parte , la
computacion digital puede simular operaciones analogas a

cualquier nivel deseado de
precision , mientras que la afirmacion inversa no es cierta .
• La "critica de la complejidad del procesamiento neural " : los procesos de
informacion en el conexiones interneuronales (axones , dendritas , sinapsis) son
mucho mas complejos que los modelos simplistas de las redes neuronales . Es cierto,
pero las simulaciones del cerebro - region no utilizan tales modelos simplificados.
Hemos logrado modelos matematicos realistas y simulaciones por ordenador de las
neuronas y las conexiones interneuronales que hacen captar las no linealidades y las
complejidades de sus homologos biologicos . Por otra parte, hemos encontrado que la
complejidad de las regiones del cerebro de procesamiento es a menudo mas simple
que las neuronas que componen . Ya tenemos los modelos y simulaciones eficaces
para varias docenas de regiones del cerebro humano. El genoma contiene solo
alrededor de treinta hasta cien millones de bytes de informacion de diseno cuando se
considera la redundancia , por lo que la informacion de diseno para el cerebro es de
un nivel manejable .
• La "critica de los microtubulos y la computacion cuantica ": Los microtubulos en
las neuronas son capaces de la computacion cuantica , y como la computacion
cuantica es un requisito previo para la conciencia. Para " cargar " una personalidad,
habria que captar su estado cuantico exacto . No existe ninguna evidencia para apoyar
cualquiera de estas declaraciones. Incluso si es cierto, no hay nada que las barras de
la computacion cuantica se llevara a cabo en los sistemas no biologicos . Nosotros
usamos los efectos cuanticos en semiconductores (transistores de efecto tunel , por
ejemplo), y una maquina basada en la computacion cuantica tambien avanza . En
cuanto a la captura de un estado cuantico exacto , estoy en un

estado muy diferente
cuantica de lo que era antes de escribir esta frase. Yo tambien ya una persona
diferente ? Tal vez lo soy, pero si se capturaron mi estado hace un minuto, una carga
sobre la base de esa informacion aun pasaria con exito un " Ray Kurzweil " prueba de
Turing .
• La "critica de la tesis de Church -Turing ": Podemos demostrar que existen grandes
clases de problemas que no pueden ser resueltos por ninguna maquina de Turing .
Tambien puede demostrarse que las maquinas de Turing pueden emular cualquier
ordenador sea posible (es decir, existe una maquina de Turing que puede resolver
cualquier problema que puede resolver cualquier ordenador) , por lo que esto
demuestra una clara limitacion en los problemas que un ordenador puede resolver.
Sin embargo, los seres humanos son capaces de resolver estos problemas , por lo que
las maquinas nunca emular la inteligencia humana. Los seres humanos no son mas
capaces de resolver este tipo de problemas universalmente " sin solucion " que las
maquinas . Los seres humanos pueden hacer conjeturas a las soluciones en ciertos
casos, pero las maquinas pueden hacer lo mismo y, a menudo pueden hacerlo con
mayor rapidez.
• La "critica de las tasas de fracaso ": Los sistemas informaticos estan mostrando
tasas alarmantes de catastrofe fracaso a medida que aumenta la complejidad. Thomas
Ray escribe que "estamos empujando los limites de lo que podemos disenar y
construir con eficacia a traves de metodos convencionales. " Hemos desarrollado
sistemas cada vez mas complejos de manejar una amplia variedad de tareas de mision
critica , y las tasas de fracaso de estos sistemas son muy bajos. Sin embargo , la
imperfeccion es una caracteristica inherente de cualquier proceso

complejo , y que
comprende, ciertamente, la inteligencia humana .
• La "critica de" lock-in " : Los sistemas de apoyo generalizadas y complejas (y las
grandes inversiones en estos sistemas) requeridos por los campos como la energia y
el transporte son el bloqueo de la innovacion, por lo que esto evitara que el tipo de
cambio acelerado previsto para las tecnologias que subyacen a la Singularidad. Es
especificamente los procesos de informacion que estan creciendo de manera
exponencial en la capacidad y calidad-precio. Ya hemos visto los cambios de
paradigma rapidos en todos los aspectos de la tecnologia de la informacion, sin
restricciones por cualquier bloqueo en el fenomeno (a pesar de las grandes
inversiones en infraestructura en areas tales como la Internet y de las
telecomunicaciones) . Incluso los sectores de la energia y el transporte seran testigos
de cambios revolucionarios de las nuevas innovaciones basadas en la nanotecnologia.
• La "critica de la ontologia ": John Searle describe varias versiones de su analogia
cuarto chino . En una formulacion de un hombre sigue un programa escrito para
responder a preguntas en chino . El hombre parece estar respondiendo preguntas
competentemente en chino , pero como el es " mas que seguir mecanicamente un
programa escrito , no tiene conocimiento real de chino y no hay conciencia real de lo
que esta haciendo. El " en el cuarto hombre "no entender nada , porque, despues de
todo, " el es solo un ordenador ", segun Searle . Asi que, claramente , las
computadoras no pueden entender lo que estan haciendo , ya que estan mas que
seguir las reglas . argumentos habitacion china de Searle son fundamentalmente
tautologico , ya que acaba de asumir su conclusion de que las computadoras no

pueden tener ningun conocimiento real. Parte de la prestidigitacion filosofica de la
mano de analogias simples de Searle es una cuestion de escala . se pretende describir
un sistema sencillo y luego le pide al lector a considerar como este sistema podria
tener cualquier comprension real . Pero la propia caracterizacion es enganosa . para
ser coherente con los propios supuestos de Searle el sistema cuarto chino que Searle
describe tendria que ser tan complejo como un cerebro humano y seria , por lo tanto ,
tiene tanta comprension como un cerebro humano . el hombre en la analogia que
funcionara como unidad central de procesamiento , solo una pequena parte del
sistema . Aunque el hombre no puede ver, el conocimiento se distribuye a traves de
todo el modelo del programa en si y los miles de millones de notas que tendria que
hacer para seguir el programa . considero que entiendo Ingles , pero ninguno de mis
neuronas . Mi entendimiento es representado en grandes patrones de las fortalezas de
neurotransmisores , hendiduras sinapticas y conexiones interneuronales .

• La "critica de la brecha entre ricos y pobres ": Es probable que a traves de estas
tecnologias los ricos pueden obtener ciertas oportunidades que el resto de la
humanidad no tiene acceso. Esto, por supuesto , no seria nada nuevo , pero me
gustaria senalar que, debido al crecimiento exponencial continuo del preciorendimiento
, todas estas tecnologias se convierten rapidamente tan baratos como
para ser casi gratis.

• La "critica de la probabilidad de que la regulacion del gobierno " : la regulacion
gubernamental se desacelerara y detener la aceleracion de la tecnologia . Aunque el
potencial de obstruccion de la regulacion es una preocupacion importante, que ha
tenido hasta el momento poco efecto mensurable en las tendencias

analizadas en este
libro. En ausencia de un estado totalitario en todo el mundo , las fuerzas economicas
y de otro tipo que subyacen progreso tecnico no hara sino crecer con los avances en
curso. Incluso los temas controvertidos como fin la investigacion con celulas madre
hasta ser como piedras en un arroyo, la corriente de los avances por tierra a su
alrededor.
• La "critica del teismo " : De acuerdo con William A. Dembski , "materialistas
contemporaneos como Ray Kurzweil ... ver los movimientos y modificaciones de la
materia como suficientes para dar cuenta de la mentalidad humana . " Pero el
materialismo es predecible , mientras que la realidad no es la previsibilidad [es] la
virtud principal del materialismo y superficialidad ... [es] su principal defecto . ".
Los sistemas complejos de la materia y la energia no son predecibles, ya que se basan
en un gran numero de eventos cuanticos imprevisibles. Incluso si aceptamos una
interpretacion " variables ocultas " de la mecanica cuantica (que dice que los eventos
cuanticos solo parecen ser impredecible, pero se basan en indetectables variables
ocultas) , el comportamiento de un sistema complejo seguiria siendo impredecible en
la practica. Todas las tendencias muestran que estamos claramente dirigimos hacia
sistemas no biologicos que son tan complejos como sus contrapartes biologicas. Tales
sistemas futuros no seran mas "hueco" que los seres humanos y en muchos casos se
base en la ingenieria inversa de la inteligencia humana. No necesitamos ir mas alla de
las capacidades de los patrones de la materia y la energia para dar cuenta de las
capacidades de la inteligencia humana.
• La "critica del holismo ": Citando a Michael Denton , los organismos son " autoorganizacion
, auto- ...referencial , ... auto-replicante , ... reciproco , ...

autoformativa
, y ... holistico ". Tales formas organicas solo se pueden crear a traves de
procesos biologicos , y tales formas son " inmutables , ... impenetrable , y ...
realidades fundamentales de la existencia . " [1] Es cierto que el diseno biologico
representa una serie de profundos principios. Sin embargo , las maquinas se utilizan y
ya estan utilizando - estos mismos principios , y no hay nada de lo que restringe los
sistemas no biologicos de aprovechar las propiedades emergentes de los patrones que
se encuentran en el mundo biologico .
Me he comprometido en innumerables debates y dialogos que respondan a estos
desafios en una amplia variedad de foros. Uno de mis objetivos de este libro es dar
una respuesta integral a las criticas mas importantes que he encontrado. La mayoria
de mis contestaciones a estas criticas sobre la viabilidad y la inevitabilidad se han
discutido a lo largo de este libro, pero en este capitulo quiero ofrecer una respuesta
detallada a varios de los mas interesantes .

La Crítica de la incredulidad

Tal vez la critica mas sincera de un futuro que he imaginado aqui es simple
incredulidad de que posiblemente podrian ocurrir cambios tan profundos . Quimico
Richard Smalley , por ejemplo, rechaza la idea de nanobots que es capaz de llevar a
cabo misiones en el torrente sanguineo humano simplemente como " tonto ". Pero la
etica cientificos llaman a la prudencia en la evaluacion de las perspectivas de trabajo
actual, y tal prudencia razonable por desgracia a menudo lleva a los cientificos a
alejarse de considerar el poder de las generaciones de la ciencia y la tecnologia
mucho mas alla de la frontera de hoy. Con la tasa de cambio de paradigma que ocurre
cada vez con mayor rapidez, este pesimismo arraigado no sirve a las necesidades de

la sociedad en la evaluacion de la capacidad cientifica en las proximas decadas .
Considere lo increible tecnologia de hoy parece a la gente incluso hace un siglo.
Una critica relacionada se basa en la idea de que es dificil predecir el futuro, y
cualquier numero de malas predicciones de otros futuristas en epocas anteriores
puede citarse para apoyar esto. La prediccion de que empresa o producto tendran
exito es de hecho muy dificil , si no imposible . La misma dificultad se presenta en la
prediccion de que prevaleceran diseno tecnico o una norma . (Por ejemplo , .como
los protocolos WiMAX , CDMA y 3G tarifa wireless- comunicacion en los proximos
anos ?) Sin embargo, como este libro ha argumentado ampliamente , encontramos
tendencias exponenciales sorprendentemente precisas y predecibles al evaluar la
eficacia global (medido por - precio-rendimiento , ancho de banda , y otras medidas
de la capacidad) de las tecnologias de la informacion. Por ejemplo, el crecimiento
exponencial sin problemas de la relacion precio- rendimiento de la informatica se
remonta mas de un siglo . Dado que la cantidad minima de la materia y la energia
necesarios para calcular y transmitir un bit de informacion es conocido por ser
extremadamente pequena , podemos predecir con confianza la continuacion de estas
tendencias - tecnologia de la informacion , al menos, a traves de este nuevo siglo. Por
otra parte , podemos predecir con fiabilidad las capacidades de estas tecnologias en
futuros momentos .
Tenga en cuenta que la prediccion de la trayectoria de una sola molecula en un gas es
esencialmente imposible , pero predecir ciertas propiedades de todo el gas
(compuesta de un gran numero de moleculas que interactuan caoticamente) fiable se
puede predecir a traves de las leyes de la termodinamica .

Analogamente , no es
posible predecir con certeza los resultados de un proyecto o empresa en particular ,
sino de las capacidades generales de la tecnologia de la informacion (que consta de
muchas actividades caoticas) , sin embargo, se puede prever de forma fiable a traves
de la ley de rendimientos acelerados .
Muchos de los intentos furiosos para argumentar por que las maquinas - no biologico
sistemas -no siempre posible comparar a los seres humanos parecen estar alimentada
por esta reaccion basica de incredulidad . La historia del pensamiento humano esta
marcada por muchos intentos de negarse a aceptar las ideas que parecen amenazar la
vision aceptada de que nuestra especie es especial. Idea de Copernico de que la Tierra
no era el centro del universo fue resistida , como era de Darwin de que estabamos
muy poco evolucionados de otros primates. La idea de que las maquinas podian
igualar e incluso superar la inteligencia humana parece desafiar el estado humano de
nuevo.
En mi opinion, no es algo esencialmente especial, despues de todo, los seres
humanos. Estabamos en la primera especie en la Tierra para combinar una funcion
cognitiva y un apendice oponible efectiva (el pulgar) , por lo que fueron capaces de
crear una tecnologia que se extenderia nuestros propios horizontes . Ninguna otra
especie en la Tierra ha logrado esto . (Para ser precisos , somos la unica especie
superviviente en este nicho ecologico - que otros, como los neandertales , no
sobrevivieron .) Y como ya comente en el capitulo 6 , sin embargo, tenemos que
descubrir cualquier otra civilizacion en el universo.

La crítica de Malthus

Las tendencias exponenciales no duran para siempre .

En el ejemplo de metafora clasica de las tendencias exponenciales golpear una pared

se conoce como "conejos en Australia." Una especie que suceden en un nuevo habitat
hospitalario ampliara su numero de forma exponencial hasta que el crecimiento
llegue a los limites de la capacidad de ese entorno para apoyarlo. Acercarse a este
limite al crecimiento exponencial puede incluso causar una reduccion general del
numero , por ejemplo , los seres humanos notar una plaga propagacion pueden tratar
de erradicarla. Otro ejemplo comun es un microbio que puede crecer de forma
exponencial en un cuerpo animal hasta que se alcanza un limite : la capacidad de
dicho organismo para apoyarlo, la respuesta de su sistema inmune, o la muerte del
huesped .
Incluso la poblacion humana se esta acercando a un limite. Las familias en los paises
mas desarrollados han dominado los medios de control de la natalidad y han
establecido relativamente altos estandares para los recursos que desean dar a sus hijos
Como resultado de la expansion demografica en el mundo desarrollado se ha
detenido en gran medida . Mientras tanto, la gente en algunos (pero no todos) los
paises subdesarrollados han seguido buscando las familias numerosas como un medio
de la seguridad social , con la esperanza de que al menos un hijo va a sobrevivir el
tiempo suficiente para apoyarlos en la vejez. Sin embargo , con la ley de los retornos
acelerados que ofrecen ventajas economicas mas amplias , el crecimiento global de la
poblacion humana se esta desacelerando .
Asi que no hay un limite comparable a las tendencias exponenciales que estamos
siendo testigos de tecnologias de la informacion ?
La respuesta es si , pero no antes de las profundas transformaciones que se describen
en este libro tienen lugar . Como he dicho en el capitulo 3 , la cantidad de la materia y
la energia necesaria para calcular o transmitir un bit es

extremadamente pequena .
Mediante el uso de puertas logicas reversibles , la entrada de la energia solo se
requiere para transmitir los resultados y corregir los errores . De lo contrario , el calor
liberado de cada calculo se recicla inmediatamente para alimentar el siguiente calculo
Como he dicho en el capitulo 5 , basado en nanotecnologia disenos para
practicamente todas las aplicaciones de computacion , comunicacion , produccion y
transporte - Necesitare bastante menos energia que en la actualidad . La
nanotecnologia tambien facilitara la captura de las fuentes de energia renovables
como la luz solar . Podemos satisfacer todas nuestras necesidades energeticas
proyectadas de Treinta billones de vatios en el ano 2030 con la energia solar aunque
solo capturamos 0,03 % (tres de diez milesimas) de la energia del sol, ya que golpeo
la Tierra . Esto sera factible con paneles solares nanoingenieria extremadamente bajo
costo , peso ligero , y eficiente , junto con las celulas de nano-combustible para
almacenar y distribuir la energia capturada .

Un límite Prácticamente ilimitado .

Como he dicho en el capitulo 3 un equipo de 2.2 libras organizada de manera optima
mediante puertas logicas reversibles tiene alrededor de 1025 atomos y puede
almacenar alrededor de 10^{27} bits. Solo teniendo en cuenta las interacciones
electromagneticas entre las particulas, hay por lo menos 10^{15} cambios de estado por
bits por segundo que se pueden aprovechar para el calculo , lo que resulta en
alrededor de 10^{42} calculos por segundo en el ultimo " frio" Computadora de 2.2 libras
Esto es cerca de 10^{16} veces mas potente que todos los cerebros biologicos hoy. Si
permitimos nuestro equipo final se caliente , podemos aumentar mas a fondo hasta en
108 veces . Y es obvio que no vamos a limitar nuestros recursos

computacionales
para un kilogramo de materia, pero en ultima instancia, implementar una fraccion
significativa de la materia y la energia en la Tierra y en el sistema solar y luego se
extendio desde alli.
Paradigmas especificos hacen los limites de alcance . Esperamos que la Ley de
Moore (en relacion con la disminucion del tamano de los transistores en un circuito
integrado plano) llegara a un limite en las proximas dos decadas. La fecha para la
desaparicion de la Ley de Moore sigue siendo empujado hacia atras . Las primeras
estimaciones predicen 2002 , pero ahora Intel dice que no tendra lugar hasta 2022.
Pero como ya comente en el capitulo 2 , cada vez que un paradigma de computacion
especificos se vio acercarse a su limite , el interes y la presion de la investigacion
aumento a crear el siguiente paradigma. Esto ya ha ocurrido cuatro veces en la
historia centenaria del crecimiento exponencial de la computacion (desde
calculadoras electromagneticas en equipos basado en reles de tubos de vacio a los
transistores discretos a los circuitos integrados) . Ya hemos logrado muchos hitos
importantes hacia el proximo paradigma de la informatica (sexto) : tridimensionales
circuitos de auto-organizacion a nivel molecular. Asi que el final inminente de un
paradigma dado no representa un verdadero limite .
Hay limites a la potencia de la tecnologia de la informacion, pero estos limites son
muy amplias . Calcule la capacidad de la materia y la energia en nuestro sistema solar
para apoyar la computacion que ser al menos 10^{70} cps (vease el capitulo 6). Teniendo
en cuenta que hay por lo menos 10^{20} estrellas en el universo , tenemos unos 10^{90} cps
para ello, lo que coincide con el analisis independiente de Seth Lloyd. Asi que si, hay
limites , pero no son muy limitante .

La Crítica de Software

Un desafio comun para la viabilidad de la IA fuerte , y por lo tanto la Singularidad ,
empieza por distinguir entre las tendencias cuantitativas y cualitativas. Este
argumento se reconoce , en esencia, que ciertas capacidades de fuerza bruta , como la
capacidad de memoria , velocidad del procesador y anchos de banda de las
comunicaciones se estan expandiendo de manera exponencial , pero sostiene que el
software (es decir, los metodos y algoritmos) no lo son.
Este es el desafio frente de hardware y software , y es significativo .
Realidad virtual
Jaron Lanier pionero , por ejemplo, caracteriza a mi posicion y la de otros de los
llamados totalists ciberneticos como, solo tendremos que averiguar el software de
alguna manera -a especificar la posicion que se refiere como un software de " deus ex
machina, " [2] Esto pasa por alto , sin embargo , el escenario especifico y detallado que
he descrito por el cual se lograra el software de inteligencia. La ingenieria inversa del
cerebro humano , una empresa que esta mucho mas avanzado de lo que Lanier y
muchos otros observadores se dan cuenta , ampliara nuestra AI conjunto de
herramientas para incluir los metodos de auto -organizacion que subyacen a la
inteligencia humana. Volvere a este tema en un momento, pero primero vamos a
abordar algunas otras ideas erroneas basicas acerca de la llamada falta de avances en
el software.

La estabilidad del software .

Lanier llama software inherentemente " dificil de manejar " y " fragil " y se ha
descrito con gran detalle una serie de frustraciones que ha encontrado en su uso.
Escribe que "conseguir ordenadores para realizar tareas especificas de una
complejidad significativa de una manera confiable, pero modificables, sin accidentes

o fallos de seguridad , que es esencialmente imposible. " [3] No es mi intencion
defender a todo el software, pero no es cierto que el software complejo es
necesariamente fragiles y propensos a la ruptura catastrofica . Hay muchos ejemplos
de software de mision critica complejo operan con muy pocos, si alguno , averias ,
por ejemplo , los programas de software sofisticados que controlan un porcentaje
creciente de los desembarques de avion, controlar a los pacientes en los centros de
cuidados criticos , armas inteligentes de guia , el control de la inversion de miles de
millones de dolares en fondos de alto riesgo basados en el reconocimiento de
patrones automatizados, y sirven muchas otras functions.[4] no tengo conocimiento de
ninguna accidentes aereos que han sido causadas por fallos de software de aterrizaje
automatico , y lo mismo , sin embargo , no se puede decir de la fiabilidad humana .

Respuesta Software.

Lanier se queja de que " las interfaces de usuario de ordenador tienden a responder
mas lentamente a los eventos de interfaz de usuario, como pulsar una tecla , lo que lo
hacian hace quince anos .... .Que ha salido mal ? " [5] Invito Lanier para intentar
utilizar una computadora vieja hoy . Incluso si dejamos de lado la dificultad de
establecer uno para arriba (que es un tema diferente) , que ha olvidado lo que no
responde, dificil de manejar, y limitadas que eran. Trate de conseguir el verdadero
trabajo por hacer para los estandares de hoy con veinte anos de edad, software de
computadoras personales . Simplemente no es cierto que el software antiguo era
mejor en un sentido cualitativo o cuantitativo .

A pesar de que siempre es posible encontrar el diseno de baja calidad , retrasos en la
respuesta , cuando se producen, son por lo general el resultado de las nuevas

caracteristicas y funciones. Si los usuarios estan dispuestos a congelar la
funcionalidad de su software, el crecimiento exponencial continuo de la velocidad de
computacion y la memoria se eliminan rapidamente los retrasos software de respuesta
Sin embargo, el mercado demanda cada vez mas capacidad de ampliacion . Hace
veinte anos no habia motores de busqueda o cualquier otra integracion con la World
Wide Web (de hecho , no habia Web), solo el lenguaje primitivo, el formato y las
herramientas multimedia , etc . Asi que la funcionalidad se mantiene siempre en el
limite de lo que es factible.
Este romance de software de anos o decadas atras es comparable a la vision idilica de
la gente de la vida de cientos de anos atras , cuando la gente estaba " comprometido "
por la frustracion de trabajar con maquinas. La vida era sin restricciones, tal vez, pero
tambien fue corta, mano de obra, llena de pobreza , las enfermedades y los desastres
propensos .

Software Precio -Performance .

Con respecto a la relacion precio- rendimiento del software , las comparaciones en
cada area son dramaticas . Tenga en cuenta la tabla de la pag. 103 en el software de
reconocimiento de voz . En 1985 cinco mil dolares que compro un paquete de
software que proporciona un vocabulario de mil palabras , no ofrecen la capacidad
continua de voz , se requiere de tres horas de entrenamiento en su voz , y tenia
relativamente poca precision . En 2000 solo cincuenta dolares, usted podria comprar
un paquete de software con un vocabulario de cien mil palabras que proporciono la
capacidad continua de voz , se requiere solo cinco minutos de entrenamiento en su
voz habia mejorado dramaticamente la exactitud, ofrecio comprension de lenguaje
natural (por comandos de edicion y otros fines) , e incluyo muchos

otros features.[6]

Productividad de desarrollo de software .

.Que tal el propio desarrollo de software? He estado desarrollando software a mi mismo durante cuarenta anos , asi que tengo un poco de perspectiva sobre el tema. Se calcula que el tiempo de duplicacion de la productividad del desarrollo de software a ser aproximadamente seis anos, que es mas lento que el tiempo de duplicacion para el procesador calidad- precio , que es de aproximadamente un ano en la actualidad . Sin embargo , la productividad del software , sin embargo, crece de manera exponencial.

Las herramientas de desarrollo , bibliotecas de clases y sistemas de apoyo disponibles en la actualidad son dramaticamente mas eficaz que las de hace decadas. En mis proyectos actuales equipos de solo tres o cuatro personas a alcanzar en pocos meses los objetivos que son comparables a lo que hace veinticinco anos requerido un equipo de una docena o mas de las personas que trabajan durante un ano o mas .

Complejidad del Software.

Hace veinte anos, los programas de software normalmente consistian en miles a decenas de miles de lineas . Hoy en dia, los programas principales (por ejemplo, control de la oferta de canales , la automatizacion industrial , sistemas de reserva , simulacion bioquimicos) se miden en millones de lineas o mas . Software para sistemas de defensa mas importantes , como el Joint Strike Fighter contiene decenas de millones de lineas.

Software para controlar el software es en si mismo rapido aumento en la complejidad . IBM es pionera en el concepto de la computacion autonomica , en el que las funciones de apoyo de tecnologia de la informacion de rutina seran automated.[7] Estos sistemas se pueden programar con modelos de su propia conducta

y seran capaces , de acuerdo con IBM, de ser " auto-configuracion , auto-sanacion ,
auto- optimizacion y auto - proteccion . " El software para apoyar la computacion
autonomica se mide en decenas de millones de lineas de codigo (con cada linea que
contiene decenas de bytes de informacion) . Asi que en terminos de complejidad de la
informacion , software ya supera las decenas de millones de bytes de informacion
utilizable en el genoma humano y sus moleculas de apoyo.
La cantidad de informacion contenida en un programa, sin embargo, no es la mejor
medida de la complejidad. Un programa de software puede ser largo , pero puede ser
hinchado con informacion inutil. Por supuesto , el mismo se puede decir para el
genoma , que parece ser muy ineficiente codificado . Se han hecho intentos para
formular medidas de la complejidad del software , por ejemplo , la complejidad
ciclomatica Metric, desarrollado por cientificos de la computacion Arthur Watson y
Thomas McCabe en el Instituto Nacional de Estandares y Technology.[8] Esta metrica
mide la complejidad de la logica del programa y toma en cuenta la estructura de
ramificacion y la toma puntos . La evidencia anecdotica sugiere cada vez mayor
complejidad si se mide por estos indices , aunque no hay datos suficientes para el
seguimiento de tiempos de duplicacion . Sin embargo , el punto clave es que los
sistemas de software mas complejos que se utilizan en la industria de hoy en dia
tienen un mayor nivel de complejidad que los programas de software que estan
realizando simulaciones neuromorfica basados en las regiones cerebrales, asi como
simulaciones bioquimicas de las neuronas individuales . Ya podemos manejar los
niveles de complejidad del software que exceden lo que se necesita para modelar y
simular los auto-organizacion , algoritmos paralelos , fractal que

estamos
descubriendo en el cerebro humano .

Acelerar Algoritmos .

Mejoras espectaculares han tenido lugar en la velocidad y la eficiencia de los
algoritmos de software (en hardware constante) . Asi, la relacion precio-rendimiento
de la aplicacion de una amplia variedad de metodos para resolver las funciones
matematicas que subyacen en programas como los que se utilizan en el
procesamiento de senales , reconocimiento de patrones , y la inteligencia artificial se
ha beneficiado de la aceleracion de hardware y software. Estas mejoras pueden variar
en funcion del problema , pero sin embargo son omnipresentes .
Por ejemplo , considere el procesamiento de senales , que es una tarea
computacionalmente intensivo y generalizado para los ordenadores , asi como para el
cerebro humano . Georgia Institute of Technology Mark A. Richards y del MIT Gary
A. Shaw han documentado una tendencia general hacia una mayor algoritmo de
procesamiento de senales efficiency.9 Por ejemplo, para encontrar patrones en senales
a menudo es necesario para resolver lo que se llaman las ecuaciones en derivadas
parciales . Algoritmos experto Jon Bentley ha demostrado una reduccion continua en
el numero de operaciones de calculo necesarias para resolver esta clase de problema.
10 Por ejemplo , desde 1945 hasta 1985 , para una aplicacion representativa (la
busqueda de una solucion diferencial parcial eliptica para una red tridimensional con
sesenta y cuatro elementos de cada lado) , el numero de cuentas de operacion se ha
reducido por un factor de trescientos mil . Este es un aumento de 38 por ciento en la
eficiencia de cada ano (sin incluir las mejoras de hardware) .
Otro ejemplo es la capacidad de enviar informacion sobre las lineas telefonicas no
acondicionados , lo que ha mejorado de 300 bits por segundo a

56.000 bps en doce
anos , un 55 por ciento anual increase.11 Parte de esta mejora fue el resultado de las
mejoras en el diseno del hardware, pero la mayoria de que es una funcion de la
innovacion algoritmica .
Uno de los problemas clave de procesamiento es convertir una senal en sus
componentes de frecuencia utilizando transformadas de Fourier , que expresan
senales como sumas de ondas sinusoidales . Este metodo se utiliza en el extremo
delantero de reconocimiento computarizado del habla y en muchas otras
aplicaciones . Percepcion auditiva humana tambien se inicia rompiendo la senal de
voz en componentes de frecuencia en la coclea . El 1965 " radix - 2 algoritmo de
Cooley - Tukey " para una " transformada rapida de Fourier " reduce el numero de
operaciones requeridas para un 1024 - punto de transformada de Fourier por
alrededor de dos hundred.12 Un " - un radix " metodo mejorado aumento aun mas a
la mejora ochocientos . Recientemente se han introducido transformaciones"wavelet"
que son capaces de expresar senales arbitrarias como sumas de formas de onda mas
complejas que las ondas sinusoidales . Estos metodos proporcionan incrementos mas
dramaticos en la eficiencia de la descomposicion de una senal en sus componentes
principales .
Los ejemplos anteriores no son anomalias , la mayoria de los algoritmos de calculo
intensivo "centrales" han sufrido reducciones significativas en el numero de
operaciones necesarias . Otros ejemplos incluyen clasificacion, busqueda ,
autocorrelacion (y otros metodos estadisticos) , y la compresion y descompresion de
informacion . Tambien se ha hecho en la paralelizacion de algoritmos es - que ,
rompiendo un unico metodo en varios metodos que se pueden

realizar
simultaneamente . Como dije antes, el procesamiento en paralelo se ejecuta por si a
una temperatura mas baja. El cerebro utiliza el procesamiento paralelo masivo como
una estrategia para lograr la mas compleja funciones y tiempos de reaccion mas
rapidos, y tendremos que utilizar este enfoque en nuestras maquinas para lograr
densidades computacionales optimos.
Hay una diferencia inherente entre las mejoras de hardware precio-rendimiento y las
mejoras en la eficiencia del software. Mejoras de hardware han sido muy consistentes
y predecibles . Al dominar cada nuevo nivel de velocidad y eficiencia en hardware
ganamos potentes herramientas para continuar con el siguiente nivel de mejora
exponencial. Mejoras en el software , por otro lado , son menos predecibles .
Richards y Shaw ellos llaman " agujeros de gusano en el tiempo de desarrollo ", ya
que a menudo se puede lograr el equivalente de anos de mejora de hardware a traves
de una sola mejora algoritmica. Tenga en cuenta que nosotros no confiamos en el
progreso continuo de la eficiencia del software, ya que podemos contar con la
aceleracion continua de hardware. Sin embargo , los beneficios de los avances
algoritmicos contribuyen de manera significativa a la consecucion de la potencia de
calculo total de emular la inteligencia humana , y es probable que continuen
acumulandose.

La última fuente de Algoritmos inteligentes .

El punto mas importante aqui es que no hay un plan de juego especifico para el logro
de la inteligencia de nivel humano en una maquina : ingenieria inversa de los autoorganizacion
y fractal metodos paralelos, caoticos , que se utiliza en el cerebro humano y aplicar estos metodos para hardware computacional moderna . Despues de
haber rastreado el aumento exponencial de los conocimientos sobre

el cerebro
humano y sus metodos (vease el capitulo 4) , podemos esperar que en veinte anos
vamos a tener modelos detallados y simulaciones de los varios cientos de organos de
procesamiento de informacion que llamamos colectivamente el cerebro humano.
La comprension de los principios de funcionamiento de la inteligencia humana se
sumara a nuestra caja de herramientas de los algoritmos de IA . Muchos de estos
metodos se utilizan ampliamente en los sistemas de reconocimiento de patrones de la
maquina exhiben comportamientos sutiles y complejos que no son predecibles por el
disenador. Metodos de auto-organizacion no son un atajo facil de la creacion de un
comportamiento complejo e inteligente, pero son una manera importante de la
complejidad de un sistema se puede aumentar sin incurrir en la fragilidad de los
sistemas logicos programados de forma explicita.
Como dije antes, el propio cerebro humano es creado a partir de un genoma con solo
treinta hasta cien millones de bytes de informacion util, comprimido. .Como es ,
entonces, que un organo con cien billones de conexiones puede ser resultado de un
genoma que es tan pequeno ? (Calculo que solo los datos de interconexion sola
necesarios para caracterizar el cerebro humano es un millon de veces mayor que la
informacion contenida en el genoma.) 13
La respuesta es que el genoma especifica un conjunto de procesos , cada uno de los
cuales utiliza metodos caoticos (es decir, aleatoriedad inicial, a continuacion, la autoorganizacion
) para aumentar la cantidad de informacion representada . Se sabe , por
ejemplo , que el cableado de las interconexiones sigue un plan que incluye una gran
cantidad de aleatoriedad . Como una persona se encuentra con su entorno las
conexiones y los patrones de neurotransmisores a nivel de auto-

organizarse para
mejor representar el mundo , pero el diseno inicial se especifica mediante un
programa que no es extremo en su complejidad .
No es mi posicion que vamos a programar enlace de la inteligencia humana por
eslabon de un sistema masivo de expertos basados en reglas . Tampoco esperamos
que el amplio conjunto de habilidades representadas por la inteligencia humana para
salir de un algoritmo genetico masivo. Lanier preocupa correctamente que tal
enfoque inevitablemente atascarse en algun minimos locales (un diseno que es mejor
que los disenos que son muy similares a ella, pero eso no es realmente optima) .
Lanier tambien senala curiosamente a cabo , al igual que Richard Dawkins , que la
evolucion biologica " se perdio la rueda" (en la que ningun organismo evolucionado
de tener uno) . En realidad , esto no es del todo precisa - hay pequenas estructuras
rueda-como a nivel de proteinas , por ejemplo, el motor ionico en el flagelo
bacteriano, que se utiliza para el transporte en un tridimensional medio ambiente.[14]
Con organismos mas grandes , las ruedas no son muy util, por supuesto, sin caminos ,
por lo que no hay ruedas biologicamente evolucionado para superficie bidimensional
transportation.15 sin embargo , la evolucion genero una especie que crearon las dos
ruedas y carreteras , por lo que tuvo exito en la creacion de una gran cantidad de
ruedas , aunque sea indirectamente . No hay nada malo en metodos indirectos , que
utilizamos en la ingenieria de todo el tiempo . En efecto , indirecto es como funciona
la evolucion (es decir, los productos de cada etapa de crear la siguiente etapa).
Ingenieria inversa del cerebro no se limita a replicar cada neurona . En el capitulo 5
vimos que las regiones del cerebro importantes que contienen millones o miles de

millones de neuronas podrian ser modelados mediante la aplicacion de algoritmos
paralelos que son funcionalmente equivalentes . La viabilidad de estos enfoques
neuromorficos se ha demostrado con los modelos y las simulaciones de un par de
docenas de regiones. Como he dicho , esto a menudo resulta en la reduccion
sustancial requerimientos computacionales , como se muestra por Lloyd Watts,
Carver Mead, y otros.
Lanier escribe que " si alguna vez hubo un fenomeno caotico complejo , lo somos . "
Estoy de acuerdo con eso, pero no veo esto como un obstaculo. Mi area de interes es
la computacion caotica , que es la forma en que hacemos el reconocimiento de
patrones , que a su vez es el corazon de la inteligencia humana . El caos es parte del
proceso de reconocimiento de patrones , que impulsa el proceso - y no hay razon por
la que no podamos aprovechar estos metodos en nuestras maquinas de la misma
manera que se utilizan en nuestro cerebro.
Lanier escribe que " la evolucion ha evolucionado , la introduccion de sexo, por
ejemplo, pero la evolucion nunca ha encontrado la manera de ser de cualquier
velocidad, pero muy lento. " Pero el comentario de Lanier es aplicable unicamente a
la evolucion biologica, no la evolucion tecnologica. Eso es precisamente por eso que
hemos ido mas alla de la evolucion biologica. Lanier esta ignorando la naturaleza
esencial de un proceso evolutivo : acelera debido a que cada fase presenta los
metodos mas potentes para la creacion de la proxima etapa . Hemos pasado de miles
de millones de anos para que los primeros pasos de la evolucion biologica (RNA)
para el rapido ritmo de la evolucion tecnologica en la actualidad. Surgio la World
Wide Web en solo unos pocos anos , claramente mas rapido que, por ejemplo , la

explosion del Cambrico . Estos fenomenos son parte del mismo proceso evolutivo
que comenzo lento, ahora va relativamente rapido , y en pocas decadas se van
asombrosamente rapido.
Lanier escribe que " toda la empresa de la Inteligencia Artificial se basa en un error
intelectual. " Hasta el momento en que los ordenadores al menos coinciden con la
inteligencia humana en todas sus dimensiones , siempre va a seguir siendo posible
que los escepticos decir que el vaso esta medio vacio. Cada nuevo logro de la IA
puede ser despedido por senalar otros objetivos que aun no se han cumplido . De
hecho, esta es la frustracion del profesional AI: una vez que se logra un objetivo AI,
que ya no se considera que estan dentro del ambito de la IA y se convierte en solo una
tecnica util de tipo general . AI es, pues, a menudo considerada como el conjunto de
los problemas que aun no han sido resueltos .
Pero las maquinas son realmente creciendo en inteligencia, y la gama de tareas que se
pueden lograr -tareas que antes requerian atencion se humano inteligente aumentando
rapidamente . Como vimos en los capitulos 5 y 6 , hay cientos de ejemplos de AI
estrecha operativo hoy en dia .
Como un ejemplo de muchos , lo senale en la barra lateral "Deep Fritz Empates " en
las paginas 274 a 78 que el software de ajedrez de computadora ya no se basa solo en
la fuerza bruta computacional. En 2002 Deep Fritz , que se ejecuta en solo ocho
ordenadores personales, prestados, asi como Deep Blue de IBM en 1997 sobre la base
de las mejoras en sus algoritmos de reconocimiento de patrones . Vemos muchos
ejemplos de este tipo de mejora cualitativa de la inteligencia del software . Sin
embargo, hasta el momento en que se emula todo el rango de la capacidad intelectual
humana , siempre sera posible para minimizar lo que las maquinas

son capaces de
hacer .
Una vez que hemos logrado los modelos completos de la inteligencia humana , las
maquinas seran capaces de combinar los niveles humanos flexibles y sutiles de
reconocimiento de patrones con las ventajas naturales de la inteligencia artificial , en
velocidad, capacidad de memoria y , lo mas importante , la capacidad de compartir
rapidamente conocimientos y habilidades.

La Crítica de procesamiento analógico

Muchos criticos , como el zoologo y cientifico evolucionista - algoritmo de Thomas
Ray , los teoricos de carga como yo que postulan ordenadores inteligentes con una
supuesta " falta de consideracion de la naturaleza unica de los medios digitales . " [16]
En primer lugar , mi tesis incluye la idea de combinar metodos analogicos y digitales
de la misma manera que hace el cerebro humano . Por ejemplo , las redes neuronales
mas avanzados ya estan utilizando modelos muy detallados de las neuronas humanas,
incluyendo las funciones de activacion no lineales detallados , analogicas. Hay una
ventaja en ahorro significativo para emular los metodos analogos del cerebro.
Metodos analogicos tampoco son patrimonio exclusivo de los sistemas biologicos .
Se utilizo para referirse a " ordenadores digitales " para distinguirlos de los equipos
analogicos mas ubicuos ampliamente utilizados durante la Segunda Guerra Mundial.
El trabajo de Carver Mead ha demostrado la capacidad de los circuitos de silicio para
implementar circuitos analogicos - digitales controlados por completo analogos a, y
de hecho derivado de , los circuitos neuronales de mamifero . Metodos analogicos
estan facilmente recreadas por los transistores convencionales, que son esencialmente
dispositivos analogicos. Es solo mediante la adicion del mecanismo de la

comparacion de la salida del transistor para athreshold que se hace en un dispositivo
digital .
Mas importante aun, no hay nada que los metodos analogicos pueden lograr que los
metodos digitales no son capaces de lograr lo mejor. Procesos analogicos se pueden
emular con los metodos digitales (mediante el uso de representaciones de punto
flotante), mientras que a la inversa no es necesariamente el caso .

La crítica de la complejidad del procesamiento neural

Otra critica comun es que los pequenos detalles de diseno biologico del cerebro es
demasiado complejo para ser modelados y simulados utilizando la tecnologia no
biologica . Por ejemplo , Thomas Ray escribe:

La estructura y funcion del cerebro o de sus componentes no se pueden separar . El
sistema circulatorio proporciona soporte vital para el cerebro , sino que tambien
ofrece hormonas que son una parte integral de la funcion de procesamiento de la
informacion quimica del cerebro . La membrana de una neurona es una caracteristica
estructural que define los limites y la integridad de una neurona , sino que tambien es
la superficie a lo largo de la cual se propaga senales de despolarizacion . Las
funciones estructurales y de soporte vital no se pueden separar de la manipulacion de
informacion.[17]

Ray pasa a describir algunos de los " amplio espectro de mecanismos de
comunicacion quimicos " que las exposiciones del cerebro .

De hecho , todas estas caracteristicas facilmente se puede modelar , y una gran
cantidad de avances que ya se ha hecho en este esfuerzo. El lenguaje intermedio es
matematicas , y la traduccion de los modelos matematicos en los mecanismos no
biologicos equivalentes (los ejemplos incluyen simulaciones por ordenador y
circuitos utilizando transistores en su modo analogico nativo) es un proceso

relativamente sencillo . La entrega de hormonas por el sistema circulatorio , por
ejemplo , es un fenomeno extremadamente bajo ancho de banda , lo que no es dificil
de modelo y replicar . Los niveles en sangre de hormonas especificas y otras
sustancias quimicas influyen en los niveles de los parametros que afectan a un gran
numero de sinapsis de forma simultanea .
Thomas Ray llega a la conclusion de que " un sistema de computo metalico opera en
fundamentalmente diferentes propiedades dinamicas y podria nunca precisa y
exactamente ' copiar ' la funcion de un cerebro . " Siguiendo de cerca los avances en
los campos relacionados con la neurobiologia, la exploracion del cerebro , las
neuronas y el modelado neuronal - region , la comunicacion neuronal electronica , los
implantes neurales , y los esfuerzos relacionados, nos encontramos con que nuestra
capacidad para replicar la funcionalidad sobresaliente de procesamiento de la
informacion biologica puede satisfacer cualquier nivel de precision deseado. En otras
palabras, la funcion de copiado se puede " lo suficientemente cerca " para cualquier
proposito o meta imaginable , incluyendo la satisfaccion de un juez de Turing -test.
Por otra parte , nos encontramos con que las implementaciones eficientes de la
modelos matematicos requieren sustancialmente menos capacidad de calculo que el
potencial teorico de los racimos de neuronas biologicas que se esta modelando . En el
capitulo 4 , he revisado una serie de modelos de cerebros region (regiones de Watts
auditivos, el cerebelo, y otros) que demuestran esto.
La complejidad del cerebro .
Thomas Ray tambien hace que el punto de que podriamos tener dificultades para
crear un sistema equivalente a " miles de millones de lineas de codigo ", que es el
nivel de complejidad que atribuye al cerebro humano. Esta cifra, sin

embargo , esta
muy inflado, ya que como hemos visto a nuestros cerebros estan creados a partir de
un genoma de solo treinta hasta cien millones de bytes de informacion unica
(ochocientos millones de bytes sin compresion , pero la compresion es claramente
factible dada la redundancia masiva) , de los cuales tal vez dos terceras partes
describen los principios de funcionamiento del cerebro . Se trata de procesos de autoorganizacion
que incorporan elementos significativos de aleatoriedad (asi como la
exposicion al mundo real) que permiten asi que es relativamente pequeno una
cantidad de informacion sobre el diseno que ampliarse a los miles de millones de
millones de bytes de informacion representados en un cerebro humano maduro . Del
mismo modo, la tarea de crear la inteligencia de nivel humano en una entidad no
biologica no implicara la creacion de un sistema masivo de expertos integrada por
miles de millones de reglas o lineas de codigo, sino mas bien un aprendizaje , sistema
caotico , la auto -organizacion , que es en ultima instancia inspirada biologicamente .
Ray continua escribiendo : "Los ingenieros entre nosotros podrian proponer
dispositivos nanomoleculares con interruptores de fullereno , o incluso ordenadores
de ADN - como . Pero estoy seguro de que nunca pensarian en las neuronas. Las
neuronas son astronomicamente grandes estructuras en comparacion con las
moleculas estamos empezando con . "
Esto es exactamente mi punto . El proposito de la ingenieria inversa del cerebro
humano no es copiar los procesos digestivos dificiles de manejar o de otro tipo de
neuronas biologicas sino comprender sus principales metodos de procesamiento de
informacion . La viabilidad de hacer esto ya se ha demostrado en docenas de

proyectos contemporaneos . La complejidad de los grupos de neuronas que se emula
esta aumentando en varios ordenes de magnitud , junto con todas las otras
capacidades tecnologicas.

El dualismo inherente de un ordenador .

El neurocientifico Anthony Campana de Redwood Instituto de Neurociencias articula
dos desafios a nuestra capacidad de modelar y simular el cerebro con el calculo . En
la primera sostiene que un ordenador es una entidad intrinsecamente dualista , con su
configuracion fisica disenado para no interferir con su logica de configuracion , que
ejecuta el calculo . En la investigacion empirica , nos encontramos con que el cerebro
no es una entidad dual. Ordenador y el programa pueden ser dos, pero la mente y el
cerebro son uno. El cerebro por lo tanto no es una maquina , lo que significa que no
es un modelo finito (o equipo) instanciado fisicamente de tal manera que la creacion
de instancias fisica no interfiere con la ejecucion del modelo (o programa) [18]

Este argumento se distribuye con facilidad . La capacidad de separar en un ordenador
el programa de la instanciacion fisica que lleva a cabo el calculo es una ventaja, no
una limitacion . En primer lugar , tenemos los dispositivos electronicos con circuitos
dedicados en la que el " equipo y el programa " no son dos, sino uno . Tales
dispositivos no son programables pero estan cableados para un conjunto especifico de
algoritmos . Tenga en cuenta que no solo me refiero a los ordenadores con el software
(llamado "firmware ") en la memoria de solo lectura , ya que se pueden encontrar en
un telefono celular o una computadora de bolsillo . En tal sistema , la electronica y el
software pueden considerarse todavia dualista incluso si el programa no puede ser
facilmente modificado.

Me refiero lugar a sistemas con logica dedicada que no se pueden

programar en
absoluto, tales como circuitos integrados especificos de la aplicacion (que se usan ,
por ejemplo , para una imagen y procesamiento de senales) . Hay una eficiencia de
costes en la implementacion de algoritmos de esta manera , y muchos productos de
consumo utilizan tales circuitos electronicos . Computadoras programables son mas
caros , pero ofrecen la flexibilidad de permitir que el software que puede cambiar y
actualizar. Computadoras programables pueden emular la funcionalidad de cualquier
sistema dedicado , incluyendo los algoritmos que estamos descubriendo (a traves de
los esfuerzos de ingenieria inversa del cerebro) para los componentes neurales ,
neuronas, y las regiones del cerebro .
No hay validez a llamar a un sistema en el que el algoritmo de logica esta
intrinsecamente ligada a su diseno fisico " no una maquina . " Si sus principios de
funcionamiento se pueden entender , modelada en terminos matematicos, y luego
crea una instancia de otro sistema (si el otro sistema es una maquina con la logica
inmutable dedicado o software en un ordenador programable) , entonces se puede
considerar que sea una maquina y sin duda una entidad cuya capacidad puede ser
recreado en una maquina . Como he discutido ampliamente en el capitulo 4 , no
existen barreras a nuestro descubrimiento de principios del cerebro de la operacion y
el modelado y la simulacion de ellos con exito , a partir de sus interacciones
moleculares hacia arriba.
Campana se refiere al de una computadora " fisica set- up [que esta] disenado para
no interferir con su logica puesta en marcha, " lo que implica que el cerebro no tiene
esta " limitacion". Es cierto que nuestros pensamientos no ayudan a crear nuestro
cerebro y, como he senalado anteriormente , podemos observar

este fenomeno en los
escaneres cerebrales dinamicas. Pero podemos modelar y simular facilmente los
aspectos fisicos y logicos de la plasticidad del cerebro en el software. El hecho de que
el software en un ordenador es separada de su instanciacion fisica es una ventaja
arquitectonica en que permite que el mismo software que se aplicara a cada vez
mejores de hardware . Aplicaciones informaticas , como los circuitos cambiantes del
cerebro , tambien puede modificarse a si mismo , asi como ser mejorado .
Material informatico Asimismo se puede actualizar sin necesidad de un cambio en el
software. Es la arquitectura relativamente fijos del cerebro que esta severamente
limitado . Aunque el cerebro es capaz de crear nuevas conexiones y patrones de
neurotransmisores , se limita a la senalizacion quimica mas de un millon de veces
mas lento que la electronica , al numero limitado de conexiones interneuronales que
pueden caber dentro de nuestros craneos , y para no tener capacidad de ser
actualizado , que no sea a traves de la fusion con la inteligencia no biologica que he
estado hablando .

Niveles y bucles.

Bell tambien observaciones sobre la aparente complejidad del cerebro :
Procesos moleculares y biofisicas controlan la sensibilidad de las neuronas a los picos
entrantes (tanto la eficiencia sinaptica y la capacidad de respuesta de post- sinaptica),
la excitabilidad de la neurona para producir picos , los patrones de picos que puede
producir y la probabilidad de la formacion de nuevas sinapsis (recableado dinamica),
para enumerar solo cuatro de las interferencias mas evidentes desde el nivel
subneural. Por otra parte , los efectos de volumen transneural tales como los campos
electricos locales y la difusion transmembrana de oxido nitrico se

han visto para
influir en , respectivamente , actividad neuronal coherente , y el suministro de energia
(flujo sanguineo) a las celulas , el ultimo de los cuales se correlaciona directamente
con la actividad neuronal .
La lista podria seguir. Creo que cualquiera que estudie seriamente neuromoduladores,
canales ionicos o mecanismo sinaptica y es honesto, tendria que rechazar el nivel
neuronal como un nivel de computacion separada , aun cuando la encontraron de una
utilidad descriptiva level.[19]
Aunque Bell convierte el punto aqui que la neurona no es el nivel al que deben
simular el cerebro , su argumento principal aqui es similar a la de Thomas Ray arriba:
el cerebro es mas complicado que las puertas logicas simples .
El hace esto claro :
Argumentar que una pieza de agua estructurada o una coherencia cuantica es una
condicion necesaria detalle en la descripcion funcional del cerebro seria claramente
absurdo. Pero si , en cada celula , las moleculas derivan una funcionalidad sistematica
de estos procesos submoleculares, si estos procesos se utilizan todo el tiempo, allover
el cerebro, para reflexionar, registrar y difundir las correlaciones espacio- temporales
de las fluctuaciones moleculares , para aumentar o disminuir las probabilidades y las
especificidades de reacciones , entonces tenemos una situacion cualitativamente
diferente de la puerta logica .
Por un lado se esta disputando los modelos simplistas de las neuronas y las
conexiones interneuronales utilizados en muchos proyectos de la red neuronal .
Simulaciones Brain- region no utilizan estos modelos simplificados , sin embargo ,
sino que mas bien se aplican modelos matematicos realistas basadas en los resultados
de la ingenieria inversa del cerebro .
El punto real de que Bell esta haciendo es que el cerebro es

sumamente complicado,
con la consiguiente implicacion de que por lo tanto sera muy dificil de entender ,
modelar y simular su funcionamiento. El principal problema con la perspectiva de
Bell es que no tiene en cuenta la naturaleza de auto-organizacion , caotica y fractal
del diseno del cerebro. Es cierto que el cerebro es complejo , pero mucho de la
complicacion es mas aparente que real. En otras palabras , los principios del diseno
del cerebro son mas sencillas de lo que parecen .
Para entender esto , consideremos primero la naturaleza fractal de la organizacion del
cerebro, lo que me referi en el capitulo 2 . Un fractal es una regla que se aplica
iterativamente para crear un patron o diseno . La regla es a menudo bastante simple ,
pero debido a la iteracion del diseno resultante puede ser muy compleja . Un famoso
ejemplo de esto es el sistema de Mandelbrot ideado por el matematico Benoit
Mandelbrot.[20] imagenes visuales del conjunto de Mandelbrot son extraordinariamente
complejos , con disenos infinitamente complicados dentro disenos. Al mirar mas fino
y mas fino detalle en una imagen del conjunto de Mandelbrot , la complejidad no se
va, y seguimos viendo complicacion cada vez mas fina. Sin embargo, la formula
debajo de todo esto la complejidad es sorprendentemente simple : el conjunto de
Mandelbrot se caracteriza por una sola formula Z = Z2 + C , en la que Z es un "
complejo " (significado de dos dimensiones) numero y C es una constante . La
formula se aplica iterativamente , y los puntos bidimensionales resultantes se
representan graficamente para crear el patron .
Mandelbrot Set (Parcela Lineal)
El punto aqui es que una regla de diseno simple se puede crear una gran cantidad de
complejidad aparente. Stephen Wolfram hace una observacion similar con simples

normas de automatas celulares (vease el capitulo 2) . Esta idea es valido para el
diseno del cerebro . Como ya he comentado , el genoma comprimido es un diseno
relativamente compacto , mas pequeno que algunos programas de software
contemporaneas. Como senala Bell , la ejecucion real del cerebro parece mucho mas
compleja que esto. Al igual que con el conjunto de Mandelbrot , como vemos cada
vez mas finas caracteristicas del cerebro , seguimos viendo aparente complejidad en
cada nivel. A nivel macro el patron de conexiones se ve complicada , y en un nivel
micro tambien lo hace el diseno de una sola porcion de una neurona tales como una
dendrita . He mencionado que tomaria por lo menos miles de billones de bytes para
caracterizar el estado de un cerebro humano , pero el diseno es solo decenas de
millones de bytes . Asi la relacion de la aparente complejidad del cerebro a la
informacion de diseno es por lo menos cien millones al. La informacion del cerebro
comienza como informacion en gran medida al azar, pero como el cerebro interactua
con un entorno complejo (es decir, como la persona aprende y madura), que se
convierte en informacion significativa.
La complejidad del diseno real se rige por la informacion comprimida en el diseno
(es decir, el genoma y las moleculas de apoyo), no por los patrones creados a traves
de la aplicacion iterativa de las reglas de diseno . Estoy de acuerdo que los cerca de
treinta hasta cien millones de bytes de informacion en el genoma no representan un
diseno simple (sin duda mucho mas complejo que los seis personajes de la definicion
del conjunto de Mandelbrot), pero se trata de un nivel de complejidad que ya
podemos manejar con nuestra tecnologia . Muchos observadores estan confundidos
por la aparente complejidad de la creacion de instancias fisica del

cerebro, no
reconocer que la naturaleza fractal del diseno significa que la informacion sobre el
diseno actual es mucho mas simple de lo que vemos en el cerebro.
Tambien mencione en el capitulo 2 que la informacion de diseno en el genoma es un
fractal probabilistico , lo que significa que las normas se apliquen con un cierto grado
de aleatoriedad cada vez que una norma se repite . No es , por ejemplo , muy poca
informacion en el genoma que describe el patron de cableado para el cerebelo , que
comprende mas de la mitad de las neuronas en el cerebro . Un pequeno numero de
genes describir el patron basico de los cuatro tipos de celulas en el cerebelo y luego
decir , en esencia , " Repita este patron de varios millones de veces con una cierta
variacion aleatoria en cada repeticion. " El resultado puede parecer muy complicado,
pero la informacion de diseno es relativamente compacto .
Bell es cierto que se trata de comparar el diseno del cerebro a un ordenador
convencional seria frustrante. El cerebro no sigue un diseno tipico de arriba hacia
abajo (modular) . Utiliza su probabilistico de tipo fractal de la organizacion para
crear procesos que son es caotica - que no es totalmente predecible. Hay un cuerpo
bien desarrollado de las matematicas para la modelizacion y simulacion de sistemas
caoticos , que se utilizan para entender fenomenos como los patrones climaticos y los
mercados financieros, que tambien es aplicable al cerebro.
Campana no hace mencion de este enfoque. Se argumenta por que el cerebro es
dramaticamente diferente de puertas logicas convencionales y diseno de software
convencional , lo que conduce a su conclusion injustificada de que el cerebro no es
una maquina y no puede ser modelado por una maquina . Si bien es cierto que las
puertas logicas estandar y la organizacion de software modular convencional no son

la forma adecuada de pensar en el cerebro, eso no significa que no somos capaces de
simular el cerebro de un ordenador. Porque podemos describir los principios del
cerebro de la operacion en terminos matematicos, y ya que podemos modelar
cualquier proceso matematico (incluidos los caoticos) en un equipo , somos capaces
de poner en practica este tipo de simulaciones. De hecho , estamos haciendo un
progreso solido y acelerado en hacerlo.
A pesar de su escepticismo Campana expresa cautelosa confianza en que vamos a
entender nuestra biologia y el cerebro lo suficientemente bien como para mejorar en
ellos. El escribe : ". .Habra una edad transhumana Para esto hay un fuerte precedente
biologica en los dos pasos mas importantes en la evolucion biologica La primera , la
incorporacion a las bacterias simbiontes eucariotas de procariotas , y el segundo , la
aparicion de la vida pluricelular - formas de colonias de eucariotas .... creo que algo
como [una edad transhumanista] puede suceder ".

La Crítica de microtúbulos y Computación Cuántica

La mecanica cuantica es un misterio, y la conciencia es un misterio. QED: La
mecanica cuantica y la conciencia deben estar relacionados. - CHRISTOF KOCH ,
burlandose TEORIA DE ROGER PENROSE DE computacion cuantica en la revista
Neuron TUBULOS COMO LA FUENTE DE HUMAN CONSCIOUSNESS[21]

Durante la ultima decada, Roger Penrose , fisico y filosofo ha senalado, en relacion
con Stuart Hameroff , anestesiologo , se ha sugerido que las estructuras finas en las
neuronas llamados microtubulos desempenan una forma exotica de computacion
llamada " computacion cuantica ". Como he dicho , la computacion cuantica es la
computacion utilizando los llamados qubits , que tienen en todas las combinaciones
posibles soluciones al mismo tiempo. El metodo puede ser considerado como una

forma extrema de procesamiento en paralelo (porque cada combinacion de valores
de los qubits se prueba de forma simultanea) . Penrose sugiere que los microtubulos
y sus capacidades de calculo cuantico complican el concepto de re-creacion de las
neuronas y reinstantiating mente files.22 Tambien plantea la hipotesis de que la
computacion cuantica del cerebro es responsable de la conciencia y que los sistemas ,
biologicas o de otra manera , no puede ser consciente sin la computacion cuantica.
Aunque algunos cientificos han reclamado para detectar el colapso de onda cuantica
(resolucion de las propiedades cuanticas ambiguas , como la posicion , rotacion y
velocidad) en el cerebro , nadie ha sugerido que las capacidades humanas realmente
requieren una capacidad para la computacion cuantica. El fisico Seth Lloyd , dijo :
Creo que no es correcto que microtubulos desempenan tareas de computacion en el
cerebro, en la forma en que [Penrose] y Hameroff han propuesto . El cerebro es un
lugar caluroso y humedo . No es un ambiente muy favorable para la explotacion de la
coherencia cuantica . Los tipos de superposiciones y montaje / desmontaje de
microtubulos para los que buscan no parecen exhibir entrelazamiento cuantico .... El
cerebro claramente no es un ordenador digital clasica por cualquier medio. Pero mi
suposicion es que realiza la mayoria de sus tareas de una manera "clasica". Si se va a
tener un equipo bastante grande , y el modelo de todas las neuronas , dendritas ,
sinapsis , y tal, [entonces] que probablemente podria conseguir lo que hay que hacer
la mayor parte de las tareas que realizan los cerebros . No creo que el cerebro esta
explotando toda la dinamica cuantica para realizar tasks.[23]
Anthony Bell tambien comenta que "no hay evidencia de que las coherencias
cuanticas macroscopicas a gran escala, como las de los

superfluidos y
superconductores , se producen en el cerebro. " [24]
Sin embargo, incluso si el cerebro hace la computacion cuantica , esto no cambia
significativamente el panorama de la informatica a nivel humano (y mas alla) , ni
sugiere que subir cerebro es inviable . En primer lugar , si el cerebro hace
computacion cuantica esto solo seria verificar que la computacion cuantica es factible
No habria nada de esa constatacion para sugerir que la computacion cuantica se limita
a los mecanismos biologicos. Mecanismos de calculo cuantico biologicos , si es que
existen, podrian reproducirse . De hecho, los recientes experimentos con ordenadores
cuanticos pequenos parecen haber tenido exito . Incluso el transistor convencional se
basa en el efecto cuantico de tunel del electron .
Posicion de Penrose se ha interpretado dar a entender que es imposible de reproducir
perfectamente un conjunto de estados cuanticos , por lo tanto, la descarga perfecta es
imposible. Bueno, lo perfecto no una descarga tiene que ser ? Si desarrollamos la
descarga de la tecnologia hasta el punto que las "copias" son lo mas cercano al
original como la persona original es el o ella misma en el transcurso de un minuto y
eso seria lo suficientemente bueno para cualquier proposito imaginable aun no
requeriria copiar estados cuanticos . A medida que la tecnologia mejora , la exactitud
de la copia podria llegar a ser tan cerca como el original para dentro de periodos cada
vez mas breves de tiempo (un segundo, un milisegundo, un microsegundo) .
Cuando se senalo en Penrose que las neuronas (e incluso conexiones neuronales)
eran demasiado grandes para la computacion cuantica , que se le ocurrio la teoria
tubulo como un posible mecanismo para la computacion cuantica neural. Si uno esta
buscando las barreras a la funcion cerebral replicacion es una

ingeniosa teoria , pero
no introducir barreras reales. Sin embargo , hay poca evidencia para sugerir que los
microtubulos , que proporcionan integridad estructural a las celulas neuronales ,
realizan la computacion cuantica y que esta capacidad contribuye al proceso de
pensamiento . Incluso los modelos generosas de los conocimientos y el potencial
humano son mas que explicada por las estimaciones actuales del tamano del cerebro,
sobre la base de los modelos contemporaneos de neurona funcionamiento que no
incluyen los microtubulos basado en la computacion cuantica. Recientes
experimentos que muestran que los biologicos hibridos ! redes no biologicos
funcionan de manera similar a las redes de todos los biologicos, aunque no definitiva,
son muy sugerentes que nuestros modelos microtubuleless funcionamiento de las
neuronas son adecuados. Software de simulacion de Lloyd vatios de su modelo
complejo de procesamiento auditivo humano utiliza ordenes de magnitud menos
computacion que las redes de neuronas que esta simulando , y de nuevo no hay
ninguna sugerencia de que se necesita la computacion cuantica . Revise otros
esfuerzos en curso para modelar y simular las regiones del cerebro en el capitulo 4 ,
mientras que en el capitulo 3 he discutido las estimaciones de la cantidad de calculos
necesarios para simular todas las regiones del el cerebro basa en simulaciones
funcionalmente equivalentes de las diferentes regiones . Ninguno de estos analisis
demuestra la necesidad para la computacion cuantica con el fin de lograr un
rendimiento de nivel humano .
Algunos modelos detallados de las neuronas,en particular los de Penrose y Hameroff
hacen asignar un rol a los microtubulos en el funcionamiento y el crecimiento de las

dendritas y axones . Sin embargo , los modelos neuromorficos exitosos de regiones
neurales no parecen requerir componentes de microtubulos . Para los modelos
neuronales que hacen pensar en los microtubulos , los resultados parecen ser
satisfactorios , modelando su comportamiento caotico en general sin modelar cada
filamento microtubulos individualmente. Sin embargo , incluso si los tubulos Penrose
- Hameroff son un factor importante , lo que representa para ellos no cambia las
proyecciones que he discutido anteriormente en un grado significativo . De acuerdo a
mi modelo de crecimiento de computo , si los tubulos multiplican la complejidad
neuronal , incluso por un factor de mil (y tener en cuenta que nuestros modelos
actuales de neuronas tubuleless ya son complejas , incluyendo en el orden de un
millar de conexiones por neurona , multiples no linealidades , y otros detalles) , esto
retrasaria nuestra capacidad cerebral alcance de solo unos nueve anos . Si nos vamos
por un factor de un millon, que sigue siendo un retraso de solo diecisiete anos. Un
factor de un billon es de alrededor de veinticuatro anos (recordemos que la
computacion esta creciendo a una doble exponencial) .25

La Crítica de la Tesis de Church-Turing

A principios del siglo XX los matematicos Alfred North Whitehead y Bertrand
Russell publico su trabajo seminal, Principia Mathematica , que buscaba determinar
axiomas que podrian servir como base para todos mathematics.26 Sin embargo , no
pudieron demostrar de manera concluyente que un sistema axiomatico que puede
generar los numeros naturales (los numeros enteros positivos o numeros de cuenta)
no darian lugar a contradicciones . Se partio del supuesto de que tal prueba se
encontraria tarde o temprano, pero en la decada de 1930 un matematico checo joven ,

Kurt Godel , sorprendio al mundo matematico demostrando que dentro de dicho
sistema inevitablemente existen proposiciones que no se puede ni probaron ni
refutadas . Se vera mas adelante que tales proposiciones indemostrables son tan
comunes como los demostrables . Teorema de incompletitud de Godel , que es
fundamentalmente una prueba que demuestra que hay limites definidos a lo que la
logica , las matematicas , y por extension de calculo puede hacer, ha sido llamado el
mas importante de toda la matematica , y sus consecuencias siguen siendo debated.[27]
Una conclusion similar se llega por Alan Turing en el contexto de la comprension de
la naturaleza de la computacion . Cuando en 1936 Turing presento la maquina de
Turing (descrito en el capitulo 2) como un modelo teorico de una computadora, que
continua en la actualidad para formar la base de la teoria computacional moderna , se
reporto un inesperado descubrimiento similar al de Godel [28] En su documento de ese
mismo ano, se describe el concepto de problemas sin solucion es que , los problemas
que estan bien definidos , con respuestas unicas que se pueda demostrar que existe,
pero que tambien podemos mostrar nunca puede ser calculado por una maquina de
Turing .
El hecho de que hay problemas que no pueden resolverse por esta maquina teorica
particular puede no parecer particularmente sorprendente hasta que usted considere
otra conclusion del trabajo de Turing : que la maquina de Turing puede modelar
cualquier proceso computacional . Turing demostro que hay tantos problemas
irresolubles como los que tienen solucion , el numero de cada ser del orden mas bajo
del infinito , el llamado infinito numerable (es decir, contar el numero de numeros
enteros) . Turing demostro tambien que el problema de la

determinacion de la verdad
o la falsedad de cualquier proposicion logica en un sistema arbitrario de la logica lo
suficientemente potente como para representar los numeros naturales era un ejemplo
de un problema sin resolver , un resultado similar al de Godel . (En otras palabras, no
existe un procedimiento garantizado para responder a esta pregunta para todas las
propuestas.)
Casi al mismo tiempo Alonzo Church, un matematico y filosofo estadounidense ,
publico un teorema que examino una cuestion similar en el contexto de la aritmetica .
Iglesia llego independientemente a la misma conclusion que Turing.[29] En conjunto,
las obras de Turing , Church y Godel fueron las primeras pruebas formales que
existen limites definidos a lo que la logica , las matematicas y la computacion puede
hacer.
Ademas , la Iglesia y Turing tambien subieron , de forma independiente , una
afirmacion que se ha hecho conocida como la tesis de Church -Turing . Esta tesis
tiene dos interpretaciones fuertes y debiles . La interpretacion debil es que si hay un
problema que se puede presentar a una maquina de Turing no es resoluble por uno,
entonces no se puede resolver por cualquier maquina. Esta conclusion se desprende
de la demostracion de Turing que la maquina de Turing puede modelar cualquier
proceso algoritmico . Es solo un pequeno paso desde alli para describir el
comportamiento de una maquina como despues de un algoritmo .
La interpretacion fuerte es que los problemas que no son resolubles en una maquina
de Turing no pueden ser resueltos por el pensamiento humano , ya sea . La base de
esta tesis es que el pensamiento humano se lleva a cabo por el cerebro humano (con
un poco de influencia por el cuerpo), que el cerebro humano (y el cuerpo) esta

compuesta de materia y energia, que la materia y la energia siguen las leyes naturales,
que estas leyes son descriptibles en terminos matematicos, y que las matematicas
pueden ser simulados en cualquier grado de precision mediante algoritmos . Por lo
tanto , existen algoritmos que pueden simular el pensamiento humano . La version
fuerte de la tesis de Church- Turing postula una equivalencia esencial entre lo que un
ser humano puede pensar o saber y lo que es computable.
Es importante senalar que a pesar de la existencia de problemas irresolubles de
Turing es una certeza matematica , la tesis de Church- Turing no es una proposicion
matematica en absoluto. Es, mas bien , una conjetura que , en varios disfraces , esta
en el corazon de algunos de nuestros mas profundos debates en la filosofia de mind.[30]
La critica de la IA fuerte basada en la tesis de Church -Turing afirma lo siguiente:
puesto que hay claras limitaciones a los tipos de problemas que una computadora
puede resolver , sin embargo, los seres humanos son capaces de resolver estos
problemas , las maquinas nunca emular a toda la gama de los derechos humanos
inteligencia . Esta conclusion , sin embargo, no esta garantizado . Los seres humanos
no son mas capaces de resolver este tipo de problemas universalmente "sin solucion"
que las maquinas son . Podemos hacer conjeturas a las soluciones en ciertos casos y
podemos aplicar los metodos heuristicos (procedimientos que intentan resolver los
problemas, pero que no se garantiza que funcione) que tienen exito en la ocasion. Sin
embargo, estos dos enfoques son tambien procesos basados algoritmicamente , lo que
significa que las maquinas tambien son capaces de hacer ellos. De hecho, las
maquinas a menudo pueden buscar soluciones con mucha mas rapidez y
minuciosidad que los humanos pueden.

La fuerte formulacion de la tesis de Church -Turing implica que los cerebros
biologicos y maquinas estan igualmente sujetos a las leyes de la fisica , las
matematicas y por lo tanto pueden modelar y simular por igual. Ya hemos demostrado
la capacidad de modelar y simular la funcion de las neuronas , asi que por que no un
sistema de cien mil millones de neuronas ? Tal sistema mostrara la misma
complejidad y la falta de previsibilidad como la inteligencia humana. De hecho , ya
tenemos algoritmos informaticos (por ejemplo , los algoritmos geneticos), con
resultados que son complejos e impredecibles y que proporcionan soluciones
inteligentes a los problemas. En todo caso, la tesis de Church-Turing implica que el
cerebro y las maquinas son esencialmente equivalentes .
Para ver la capacidad de maquinas a utilizar metodos heuristicos , considere uno de
los mas interesantes de los problemas sin solucion , el "busy beaver " problema ,
formulado por Tibor Rado en 1.962,31 Cada maquina de Turing tiene un cierto
numero de estados que su programa interno puede estar en , que se corresponden con
el numero de pasos en su programa interno . Hay un numero de diferentes maquinas
de estado 4 de Turing que son posibles , un cierto numero de maquinas de 5 – estado,
y asi sucesivamente . En el "busy beaver " problema , dado un numero entero positivo
n, construimos todas las maquinas de Turing que tienen n estados. El numero de estas
maquinas sera siempre finita . Siguiente eliminamos esas maquinas n- estatales que
entran en un bucle infinito (es decir, nunca se detuvo) . Por ultimo , seleccionamos
la maquina (una que no cese) que registra el mayor numero de 1s en la cinta. El
numero de 1s que esta maquina de Turing escribe se llama el castor ocupado de n.
Rado mostro que no hay algoritmo es - que , sin maquina de Turing

- que se puede
calcular esta funcion para todos ns . El quid de la cuestion es clasificar las maquinas
n- estatales que entran en bucles infinitos . Si se programa una maquina de Turing
para generar y simular todas las posibles maquinas n Estado-Turing, este simulador
en si entra en un bucle infinito cuando intenta simular una de las maquinas de nestatal
que recibe en un bucle infinito .
A pesar de su estatus como un problema sin solucion (y uno de los mas famosos) ,
podemos determinar la funcion ocupada - castor para algunos ns . (Curiosamente ,
tambien es un problema sin solucion para separar los ns para las que se puede
determinar el castor ocupado de n de aquellos para los que no pueden.) Por ejemplo,
el castor ocupado de 6 se determina facilmente ser 35 . Con siete estados, una
maquina de Turing puede multiplicarse , por lo que el castor ocupado de 7 es mucho
mas grande : 22.961 . Con ocho estados, una maquina de Turing puede calcular
exponenciales , por lo que el castor ocupado de 8 es aun mas grande :
aproximadamente 10^{43}. Podemos ver que se trata de una funcion " inteligente " , ya
que requiere mayor inteligencia para resolver para una ns .
En el momento en que llegamos a 10 , una maquina de Turing puede realizar tipos de
calculos que son imposibles para un ser humano a seguir (sin la ayuda de una
computadora) . Asi que hemos sido capaces de determinar el castor ocupado de tan
solo 10 con la ayuda de un ordenador. La respuesta requiere una notacion exotico
para escribir , en el que tenemos una pila de exponentes , la altura de los cuales esta
determinado por otra pila de exponentes , la altura de los cuales esta determinado por
otra pila de exponentes , y asi sucesivamente . Debido a que un equipo puede realizar
un seguimiento de este tipo de numeros complejos , mientras que

el cerebro humano
no puede, parece que los equipos sera mas capaz de resolver problemas sin solucion
que los humanos lo hara.

La crítica de las tasas de fracaso

Jaron Lanier , Thomas Ray, y otros observadores citan todas las altas tasas de fracaso
de la tecnologia como un obstaculo para su crecimiento exponencial continuo. Por
ejemplo , Ray escribe:

El mas complejo de nuestras creaciones estan mostrando tasas de fracaso alarmantes .
Orbita satelites y telescopios , los transbordadores espaciales, sondas interplanetarias,
el chip Pentium , sistemas operativos , todos parecen estar empujando los limites de
lo que podemos disenar y construir con eficacia a traves de metodos convencionales.
Nuestro software mas complejos (sistemas operativos y de las telecomunicaciones
sistemas de control) ya contiene decenas de millones de lineas de codigo. En la
actualidad parece poco probable que podamos producir y administrar software con
cientos de millones o miles de millones de lineas de code.[32]

En primer lugar, podriamos preguntar que fracaso alarmantes tasas de Ray se refiere.
Como se menciono anteriormente, los sistemas informatizados de sofisticacion
importante rutinariamente vuelan y aterrizan los aviones de forma automatica y
supervisar las unidades de cuidados intensivos de los hospitales , sin embargo, casi
nunca se averia. Si las tasas de fracaso alarmantes son motivo de preocupacion , es
mas a menudo atribuido a un error humano . Ray alude a los problemas con los
microprocesadores de Intel , pero estos problemas han sido muy sutil , han causado
casi ninguna repercusion , y rapidamente se han corregido.
La complejidad de los sistemas informatizados de hecho ha sido la ampliacion , como
hemos visto , y por otra parte la vanguardia de nuestros esfuerzos para emular la

inteligencia humana utilizara los paradigmas de auto-organizacion que encontramos
en el cerebro humano. A medida que continuamos nuestro progreso en la ingenieria
inversa del cerebro humano, vamos a anadir nuevos metodos de auto -organizacion a
nuestro reconocimiento de patrones y AI toolkit . Como he comentado , los metodos
de auto-organizacion ayudan a aliviar la necesidad de niveles inmanejables de
complejidad. Como senale antes, no necesitaremos sistemas con " miles de millones
de lineas de codigo " para emular la inteligencia humana.
Tambien es importante senalar que la imperfeccion es una caracteristica inherente de
cualquier proceso complejo , y que comprende, ciertamente, la inteligencia humana .

La crítica de " Lock -In"

Jaron Lanier y otros criticos han mencionado la posibilidad de un "lock -in", una
situacion en la que las viejas tecnologias resisten el desplazamiento debido a la gran
inversion en la infraestructura de apoyo a ellos. Argumentan que los sistemas de
apoyo generalizadas y complejas han bloqueado la innovacion en campos como el
transporte, que no han visto el rapido desarrollo que hemos visto en cornputation.[33]
El concepto de lock-in no es el principal obstaculo para avanzar en el transporte. Si la
existencia de un complejo sistema de apoyo necesariamente causada lock-in,entonces
.por que no vemos este fenomeno que afecta a la expansion de todos los aspectos de
la Internet? Despues de todo , la Internet requiere ciertamente una infraestructura
enorme y complejo . Debido a que es especificamente el procesamiento y el
movimiento de la informacion que esta creciendo exponencialmente , sin embargo ,
una de las razones de que un area , tales como el transporte ha alcanzado una meseta (
es decir, descansando en la parte superior de una curva en S) es que muchos, si no la

mayoria de los sus efectos han sido satisfechas por el crecimiento exponencial de las
tecnologias de comunicacion . Mi propia organizacion, por ejemplo, tiene colegas de
diferentes partes del pais , y la mayoria de nuestras necesidades que en otro tiempo
habria requerido una persona o un paquete a transportar pueden ser satisfechas a
traves de las reuniones virtuales cada vez mas viables (y la distribucion electronica
de documentos y otras creaciones intelectuales) posibles gracias a una panoplia de
tecnologias de la comunicacion, algunas de las cuales el mismo Lanier esta
trabajando para avanzar. Mas importante , vamos a ver avances en el transporte
facilitados por las tecnologias de energia basados en la nanotecnologia que discuti en
el capitulo 5 . Sin embargo, con formas completa inmersion cada vez mas realistas y
de alta resolucion de la realidad virtual que siguen apareciendo, nuestras necesidades
para estar juntos sera cada vez mas conocido a traves de la computacion y la
comunicacion.
Como he dicho en el capitulo 5 , la llegada plena de la fabricacion MNT basado
traera la ley de la aceleracion vuelve a areas tales como la energia y el transporte.
Una vez que podemos crear virtualmente cualquier producto fisico de la informacion
y de las materias primas muy baratas , estas industrias tradicionalmente lentos veran
el mismo tipo de duplicacion anual de precio-rendimiento y la capacidad que vemos
en tecnologias de la informacion . Energia y transporte seran efectivamente las
tecnologias de informacion .
Vamos a ver la llegada de los paneles solares basados en la nanotecnologia que son
eficientes , ligeros y de bajo costo , asi como las celulas de combustible de fuerza
similar y otras tecnologias para almacenar y distribuir esa energia. Energia barata , a

su vez transformar el transporte. Energia obtenida a partir de celulas solares
nanoingenieria y otras tecnologias renovables y almacenado en las celulas de
combustible nanoingenieria proporcionara energia limpia y de bajo costo para
cualquier tipo de transporte . Ademas , vamos a ser capaces de fabricar dispositivos -
incluyendo maquinas voladoras de diferentes tamanos - para casi sin costo, aparte del
costo del diseno (que tiene que ser amortizado solo una vez). Sera posible , por lo
tanto , para construir dispositivos voladores pequenos de bajo costo que pueden
transportar un paquete directamente a su destino en cuestion de horas , sin pasar por
intermediarios como empresas navieras. Grande, pero todavia los vehiculos de bajo
costo seran capaces de volar a gente de un lugar a otro con microwings
nanoingenieria.
Las tecnologias de informacion ya estan profundamente influyente en todas las
industrias. Con la plena realizacion de las revoluciones GNR en unas pocas decadas,
todas las areas del quehacer humano comprendera esencialmente tecnologias de la
informacion y por lo tanto se beneficiara directamente de la ley de los retornos
acelerados .

La crítica de la ontología : ¿Puede un ordenador ser conscientes ?

Porque no entendemos el cerebro muy bien , estamos constantemente tentados a
utilizar la ultima tecnologia como modelo para tratar de entenderlo . En mi infancia
siempre estabamos seguros de que el cerebro era una centralita telefonica . (".Que
otra cosa podria ser ? ") Me hizo gracia ver que Sherrington, el gran neurologo
britanico, cree que el cerebro funcionaba como un sistema telegrafico. Freud compara
a menudo el cerebro a los sistemas hidraulicos y electromagneticos . Leibniz lo

comparo con un molino, y me han dicho algunos de los antiguos griegos pensaban
que el cerebro funciona como una catapulta. En la actualidad , por supuesto, la
metafora es la computadora digital. - JOHN R. Searle,"Mentes, cerebros y la ciencia"
.Puede una computadora -a - la inteligencia no biologica es consciente? Tenemos en
primer lugar, por supuesto , a un acuerdo sobre el significado de la pregunta. Como
dije antes, hay perspectivas contradictorias sobre lo que puede parecer a primera vista
ser una cuestion sencilla. Independientemente de la forma en que tratamos de definir
el concepto, sin embargo , debemos reconocer que la conciencia es ampliamente
considerado como un importante , si no esencial , atributo de ser human.[34]
John Searle, distinguido filosofo de la Universidad de California en Berkeley , es
muy popular entre sus seguidores por lo que creen es una defensa acerrima del
profundo misterio de la conciencia humana contra la banalizacion de la IA fuerte "
reduccionistas ", como Ray Kurzweil . Y a pesar de que siempre he encontrado la
logica de Searle en su argumento Sala China celebrada ser tautologica , que habia
esperado un tratado de elevacion en las paradojas de la conciencia. Lo mismo sucede
con cierta sorpresa que me encuentro declaraciones escritura Searle como, “cerebros
humanos causan la conciencia por una serie de procesos neurobiologicos especificos
en el cerebro ", " Lo esencial es reconocer que la conciencia es un proceso biologico
como la digestion , lactancia , la fotosintesis , la mitosis o "; "El cerebro es una
maquina, una maquina biologica para estar seguro , pero una maquina de todos
modos . Asi que el primer paso es averiguar como el cerebro lo hace y luego construir
una maquina artificial que tiene un mecanismo igualmente efectivo para hacer que la

conciencia " ; y "Sabemos que el cerebro porque la conciencia de los mecanismos
biologicos especificos . " [35]
Entonces, .quien es el ser reduccionista aqui ? Searle , aparentemente espera que
podamos medir la subjetividad de otra entidad con tanta facilidad como se mide la
salida de oxigeno de la fotosintesis .
Searle escribe que "con frecuencia cito Deep Blue de IBM como prueba de una
inteligencia superior en el equipo. " Por supuesto , lo contrario es el caso: Cito Deep
Blue no extenderme en el tema del ajedrez , sino mas bien para examinar la querida
contraste que muestra entre los enfoques de la maquina humana y contemporanea en
el juego . Como senale antes, sin embargo , la capacidad de reconocimiento de
patrones de los programas de ajedrez esta aumentando , por lo que las maquinas de
ajedrez estan empezando a combinar la fuerza analitica de inteligencia de las
maquinas tradicionales de reconocimiento de patrones mas parecidos a los humanos .
El paradigma humano (de la auto- organizacion de los procesos caoticos) ofrece
profundas ventajas : podemos reconocer y responder a patrones muy sutiles. Pero
podemos construir maquinas con las mismas capacidades . Eso, de hecho, ha sido mi
propia area de interes tecnico .
Searle es mejor conocido por su analogia habitacion china y ha presentado varias
formulaciones de la misma mas de veinte anos. Una de las descripciones mas
completas que aparece en su libro de 1992 , El redescubrimiento de la mente :
Creo que el argumento mas conocido contra la IA fuerte fue mi argumento de la
habitacion china ... que mostro que un sistema podria crear instancias de un programa
a fin de dar una simulacion perfecta de cierta capacidad cognitiva humana , tales
como la capacidad para entender el chino , a pesar de que el

sistema no tenia ninguna
comprension de lo que sea chino. Basta con imaginar que alguien que no entiende
chino esta encerrado en una habitacion con una gran cantidad de simbolos chinos y
un programa de computadora para responder a las preguntas en chino. La entrada al
sistema consiste en simbolos chinos en forma de preguntas , la salida del sistema
consiste en simbolos chinos en respuesta a las preguntas. Podemos suponer que el
programa es tan bueno que las respuestas a las preguntas que no se pueden distinguir
de las de un hablante nativo chino . Pero al mismo tiempo , ni la persona en el interior
ni ninguna otra parte del sistema , literalmente entiende chino , y debido a que el
programa de ordenador no tiene nada que este sistema no tiene , el ordenador
programado, qua ordenador, no entiende el chino tampoco. Debido a que el programa
es puramente formal o sintactica y por mentes tienen contenidos mentales o
semanticos , cualquier intento de producir una mente pura , con los programas de
ordenador deja de lado las caracteristicas esenciales de la mind.[36]
Descripciones de Searle ilustran la falta de evaluacion de la esencia de cualquiera de
los procesos cerebrales o los procesos no biologicos que podrian replicarse ellos. Se
parte del supuesto de que en la sala del "hombre " no entiende nada, porque , despues
de todo , "es solo un ordenador ", lo que ilumina sus propios prejuicios . No es
sorprendente que Searle concluye entonces que el equipo (que se aplica en el hombre
) no entiende. Searle combina esta tautologia con una contradiccion fundamental : la
computadora no entiende el chino , sin embargo (segun Searle) convincente puede
responder a preguntas en chino. Sin embargo, si una entidad biologica o de otra
manera , realmente no entiende el lenguaje humano , que sera rapidamente

desenmascarado por un interlocutor competente. Ademas, para el programa para
responder convincentemente , que tendria que ser tan complejo como un cerebro
humano . Los observadores a largo estar muerto , mientras que el hombre en la
habitacion gasta millones de anos despues de un programa de muchos millones de
paginas.
Lo mas importante , el hombre esta actuando solo como la unidad central de proceso,
una pequena parte de un sistema . Mientras que el hombre no puede verlo, el
entendimiento se distribuye a traves de toda la estructura de la misma y los miles de
millones de notas que tendria que hacer para seguir el programa de programa.
Entiendo Ingles , pero ninguno de mis neuronas . Mi entendimiento es representado
en grandes patrones de las fortalezas de neurotransmisores , hendiduras sinapticas y
conexiones interneuronales . Searle no tiene en cuenta la importancia de los patrones
distribuidos de informacion y sus propiedades emergentes .
A falta de ver que los procesos informaticos son capaces de ser - al igual que el
cerebro humano caotico, impredecible , desordenado , provisional y emergente esta
detras de gran parte de la critica de la perspectiva de maquinas inteligentes que
escuchamos de Searle y otros filosofos esencialmente materialistas . Inevitablemente
Searle vuelve a una critica de la computacion " simbolica ": que los procesos
simbolicos secuenciales ordenados no pueden volver a crear el verdadero
pensamiento . Creo que es correcto (dependiendo, por supuesto , de que nivel
estamos modelando un proceso inteligente), pero la manipulacion de simbolos (en el
sentido de que implica Searle) no es la unica manera de construir maquinas o equipos
Las llamadas computadoras (y parte del problema es la palabra " equipo ", ya que las

maquinas pueden hacer mas que " compute ") no se limitan al procesamiento
simbolico. Entidades no biologicos tambien pueden utilizar el paradigma de autoorganizacion
emergente, que es una tendencia en marcha y que sera aun mas importante en las proximas decadas. Los ordenadores no solo tienen 0 y 1 para
utilizar , ni tienen que ser todo digital. Incluso si un equipo es todos los algoritmos
digitales, digitales pueden simular procesos analogicos a cualquier grado de precision
(o la falta de precision) . Las maquinas pueden ser masivamente paralelo. Y las
maquinas se pueden utilizar tecnicas emergentes caoticos como lo hace el cerebro .
Las tecnicas de computacion principales que hemos utilizado en sistemas de
reconocimiento de patrones no utilizan la manipulacion de simbolos , sino mas bien
metodos tales como los descritos en el capitulo 5 (redes neuronales , modelos de
Markov , algoritmos geneticos, y paradigmas mas complejos basados en la ingenieria
inversa del cerebro de auto-organizacion) . Una maquina que realmente podria hacer
lo que Searle describe en el argumento de la habitacion china no seria mas que la
manipulacion de simbolos linguisticos , ya que el enfoque no funciona. Esto esta en
el corazon de la prestidigitacion de la mano filosofica que subyace a la habitacion
china . La naturaleza de la computacion no se limita a la manipulacion de simbolos
logicos . Algo esta pasando en el cerebro humano , y no hay nada que impida estos
procesos biologicos de ser ingenieria inversa y se replica en las entidades no
biologicas .
Los adherentes parecen creer que el argumento de la habitacion china de Searle
demuestra que las maquinas (es decir, las entidades no biologicas) nunca pueden
entender realmente algo de importancia , como el chino . En primer lugar , es

importante reconocer que para que este sistema, la persona y el ordenador a , como
Searle dice, " dar una simulacion perfecta de una cierta capacidad cognitiva humana ,
tales como la capacidad de entender el chino ", y para responder convincentemente a
preguntas en chino , es debe pasar esencialmente una prueba de Turing chino. Tenga
en cuenta que no se trata de responder a las preguntas de una lista fija de preguntas
acciones (porque eso es una tarea trivial) pero responder cualquier pregunta
inesperada o la secuencia de las preguntas de un interrogador humano bien
informado.
Ahora , el ser humano en la habitacion china tiene poca o ninguna importancia . Se
acaba alimentando las cosas en el ordenador y transmitir mecanicamente su
produccion (o , en su defecto , simplemente siguiendo las reglas en el programa) . Y
ni el equipo ni las necesidades humanas de estar en una habitacion. Interpretacion de
la descripcion de Searle a entender que el hombre se esta implementando el programa
no cambia nada mas que para que el sistema sea mucho mas lento que el tiempo real
y muy propenso a errores. Tanto el ser humano y el ambiente son irrelevantes. La
unica cosa que es importante es el ordenador (ya sea un ordenador electronico o el
ordenador que comprende el hombre tras el programa) .
Para el equipo para llevar a cabo realmente esta " simulacion perfecta , " seria de
hecho tiene que entender chino. De acuerdo con la premisa que tiene " la capacidad
de entender el chino ", por lo que es entonces totalmente contradictorio decir que "el
programa de ordenador ... no entiende chino.
Un ordenador y un programa de ordenador como los conocemos hoy en dia no
podrian realizar con exito la tarea descrita . Asi que si queremos comprender el
equipo a ser como en los equipos de dia , entonces no puede

cumplir con la premisa.
La unica forma en que podria hacerlo seria si tuviera la profundidad y la complejidad
de un ser humano. Brillante idea de Turing para proponer su prueba convincente de
que se contesta una posible secuencia de preguntas de un interlocutor humano
inteligente en un lenguaje humano realmente todas las sondas de la inteligencia
humana . Un equipo que es capaz de lograr esto , un equipo que va a existir unas
pocas decadas a partir de ahora , tendra que ser de la complejidad humana o mayor, y
de hecho va a entender el chino de una manera profunda , porque de lo contrario
nunca seria convincente en su pretension de hacerlo.
Simplemente diciendo , entonces, que el equipo "no entiende el chino , literalmente, "
no tiene sentido , ya que contradice la premisa del argumento. Afirmar que el equipo
no es consciente no es un argumento convincente , tampoco. Para ser consistentes con
algunos de otros estados de Searle , tenemos que concluir que en realidad no sabemos
si es consciente o no . En lo que respecta a las maquinas relativamente simples, como
los ordenadores dia, si bien no podemos afirmar con certeza que estas entidades no
son conscientes, su comportamiento, incluyendo su funcionamiento interno , no nos
da esa impresion. Pero eso no va a ser cierto para un equipo que realmente puede
hacer lo que se necesita en la habitacion china . Esta maquina , al menos, parece
consciente, aunque no podemos decir definitivamente si lo es o no . Pero declarar que
es obvio que el equipo (o todo el sistema de la computadora , la persona y habitacion)
no es consciente es lejos de ser un argumento de peso .
En la cita anterior Searle afirma que "el programa es puramente formal o sintactica , "
Pero como he senalado antes, que es una mala suposicion, basada en la falta de Searle
para explicar los requisitos de esta tecnologia . Este supuesto esta

detras de gran parte
de la critica de la IA de Searle . Un programa que es puramente formal o sintactica no
sera capaz de entender el chino , y no va a " dar una simulacion perfecta de cierta
capacidad cognitiva humana . "
Pero una vez mas , que no tenemos que construir nuestras maquinas de esa manera.
Podemos construir ellos de la misma manera que la naturaleza construyo el cerebro
humano : el uso de metodos emergentes caoticos que son masivamente paralelo . Por
otra parte, no hay nada inherente en el concepto de una maquina que restringe su
competencia a nivel de la sintaxis solo y evita que el dominio de la semantica . En
efecto , si la maquina inherente a la concepcion de la habitacion china de Searle no
habia dominado la semantica, no seria capaz de responder convincentemente a
preguntas en chino y por lo tanto estaria en contradiccion propia premisa de Searle .
En el capitulo 4 discutimos los esfuerzos en curso para realizar ingenieria inversa del
cerebro humano y de aplicar estos metodos a las plataformas de computo de potencia
suficiente . Por lo tanto , como un cerebro humano , si ensenamos una computadora
china, se entendera chino. Esto puede parecer una afirmacion obvia , pero es uno con
el que Searle en desacuerdo . Para utilizar su propia terminologia , yo no estoy
hablando de una simulacion en si, sino mas bien una duplicacion de los poderes
causales de la agrupacion masiva de neuronas que constituyen el cerebro, al menos,
los poderes causales relevante y pertinente para pensar.
.Sera esa copia sea consciente? No creo que la habitacion china nos dice nada acerca
de esta cuestion .
Tambien es importante senalar que el argumento de la habitacion china de Searle se
puede aplicar a la propia cerebro humano . Aunque esta claro que no es su intencion,

su linea de razonamiento implica que el cerebro humano no tiene entendimiento . El escribe : " El equipo ... logra mediante la manipulacion de simbolos formales Los simbolos en si son bastante sentido : . . Solo tienen el significado que hemos unido a ellos el equipo no sabe nada de esto , solo se baraja los simbolos. " Searle reconoce que las neuronas biologicas son maquinas , por lo que si simplemente sustituimos la frase " cerebro humano " para el " equipo" y "concentraciones de neurotransmisores y mecanismos relacionados" para " simbolos formales ", se obtiene: El cerebro humano ... logra mediante la manipulacion de las concentraciones de neurotransmisores y mecanismos relacionados. Las concentraciones de neurotransmisores y mecanismos relacionados si son bastante sentido : solo tienen el significado que hemos unido a ellos. El cerebro humano no sabe nada de esto, solo baraja las concentraciones de neurotransmisores y mecanismos relacionados .

Por supuesto, las concentraciones de neurotransmisores y otros detalles de los nervios (por ejemplo, la conexion interneuronal y los patrones de neurotransmisores) no tienen significado por si mismos . El significado y la comprension que surgen en el cerebro humano son exactamente eso : una propiedad emergente de los complejos patrones de actividad. Lo mismo es cierto para las maquinas. Aunque " simbolos barajar " No tiene sentido en si mismo, los patrones emergentes tienen el mismo rol potencial en sistemas no biologicos como lo hacen en los sistemas biologicos , como el cerebro . Hans Moravec ha escrito, " Searle esta buscando la comprension en los lugares equivocados .... [El] aparentemente no puede aceptar que el verdadero significado puede existir en la mera patterns.[37]

Vamos a abordar una segunda version de la habitacion china . En esta concepcion de

la habitacion no incluye un ordenador o un hombre que simula un ordenador , pero
tiene una habitacion llena de gente manipulando pedazos de papel con simbolos
chinos en ellos, basicamente , una gran cantidad de personas que simulan un
ordenador. Este sistema convincente responder a preguntas en chino, pero ninguno de
los participantes sabria chino , ni podria decir que todo el sistema sabe chino , al
menos no de manera consciente . Searle entonces esencialmente ridiculiza la idea de
que este "sistema " puede ser consciente. .Que debemos tener en cuenta consciente ,
le pregunta : las tiras de papel ? La habitacion?
Uno de los problemas con esta version del argumento habitacion china es que no
viene remotamente cerca de realmente resolver el problema especifico de responder a
las preguntas en chino. En cambio, es realmente una descripcion de un proceso
maquinal que utiliza el equivalente de una busqueda en la tabla , con quizas algunas
manipulaciones logicos sencillos , para responder a preguntas . Seria capaz de
responder a un numero limitado de preguntas en conserva , pero si se tratara de
responder a cualquier pregunta arbitraria que se le puede pedir, lo que realmente tiene
que entender el chino de la misma manera que una persona de habla china hace. Una
vez mas , se les pide esencialmente que pasar una prueba de Turing china, y como tal,
tendria que ser tan inteligente y tan complejo como un cerebro humano. Algoritmos
de busqueda de la tabla Sencillo simplemente no van a lograrlo.
Si queremos volver a crear un cerebro que entiende chinos usando personas como
pequenos engranajes de la re -creacion , estariamos realmente necesita miles de
millones de personas que simulan los procesos en el cerebro humano (esencialmente
las personas estarian simulando una computadora , lo que seria simulando metodos

cerebro humano) . Esto requeriria una habitacion bastante grande , de hecho . Y
aunque muy organizado de manera eficiente , el sistema correria muchos miles de
veces mas lento que el cerebro de habla china esta tratando de volver a crear .
Ahora, es cierto que ninguno de estos miles de millones de personas tendria que saber
algo sobre China , y ninguno de ellos seria necesariamente saben lo que esta pasando
en este complejo sistema . Pero es igualmente cierto de las conexiones neuronales en
el cerebro humano real . Ninguno de los cien billones de conexiones en el cerebro
sabe nada de este libro que estoy escribiendo , ni a ninguno de ellos sabia Ingles , ni
ninguna de las otras cosas que se. Ninguno de ellos es consciente de este capitulo, ni
de ninguna de las cosas que soy consciente de . Probablemente ninguno de ellos es
consciente en absoluto. Pero todo el sistema de ellos , es decir , Ray Kurzweil , esta
consciente. Al menos estoy diciendo que soy consciente (y hasta ahora , estas
afirmaciones no han sido impugnados) .
Asi que si aumentamos la habitacion china de Searle a ser el mas masivo "sala" que
tiene que ser , .quien puede decir que todo el sistema de miles de millones de
personas que simulan un cerebro que sabe chino no es consciente? Ciertamente, seria
correcto decir que este sistema sabe chino. Y no podemos decir que no es consciente
de nada mas de lo que podemos decir lo mismo de cualquier otro proceso cerebral .
No podemos conocer la experiencia subjetiva de otra entidad (y al menos en algunos
de los otros escritos de Searle , que parece reconocer esta limitacion) . Y esta masiva
miles de millones de personas "habitacion" es una entidad. Y tal vez es consciente.
Searle se acaba de declarar ipso facto que no es consciente y que esta conclusion es
obvia . Puede parecer asi cuando se llama a una habitacion y hablar

de un numero
limitado de personas manipulando un pequeno numero de hojas de papel . Pero como
ya he dicho , este sistema no funciona a distancia .
Otra clave para la confusion filosofica implicita en el argumento de la habitacion
china esta especificamente relacionado con la complejidad y la escala del sistema.
Searle dice que mientras el no puede probar que su maquina de escribir o una
grabadora de cinta no es consciente, se siente , es obvio que no lo son. .Por que es
esto tan evidente? Al menos una de las razones es porque una maquina de escribir y
una grabadora de cinta son entidades relativamente simples .
Pero la existencia o ausencia de la conciencia no es tan evidente en un sistema que es
tan complejo como el cerebro humano, en efecto, que puede ser una copia directa de
la organizacion y "poderes causales " de un cerebro humano real . Si un "sistema"
como los actos humanos y sabe chino de una manera humana , .es consciente?
Ahora, la respuesta ya no es tan evidente . Lo que Searle dice en el argumento de la
habitacion china es que tomamos una "maquina " simple y luego considerar lo
absurdo que es considerar una maquina tan simple como para ser consciente. El error
tiene que ver con la escala y la complejidad del sistema. Complejidad aislada no
necesariamente nos da la conciencia, pero la habitacion china no nos dice nada acerca
de si tal sistema es consciente.

Habitación china de Kurzweil .

Yo tengo mi propia concepcion de los chinos Room- llamarlo Ray Kurzweil de Sala
China .
En mi experimento mental no es un ser humano en una habitacion. La habitacion
cuenta con decoraciones de la dinastia Ming , como un pedestal sobre el que se
encuentra una maquina de escribir mecanica. La maquina de escribir se ha

modificado para que sus teclas estan marcadas con simbolos chinos en lugar de las
letras inglesas . Y las conexiones mecanicas se han alterado astutamente para que
cuando los tipos humanos en una pregunta en chino , la maquina de escribir no tiene
escriba la pregunta , sino que los tipos de la respuesta a la pregunta . Ahora , la
persona que recibe las preguntas en caracteres chinos y diligentemente presiona las
teclas correspondientes en la maquina de escribir. Los tipos de maquinas de escribir
no fuera la pregunta, pero la respuesta apropiada . El ser humano pasa entonces a la
respuesta fuera de la habitacion .
Asi que aqui tenemos una sala con un ser humano en ella que parece desde fuera para
saber chino todavia claramente no . Y esta claro que la maquina de escribir no sabe
chino , ya sea . Es solo una maquina de escribir normal, con sus conexiones
mecanicas modificadas . Asi que a pesar del hecho de que el hombre en la habitacion
puede responder a preguntas en chino , .quien o que podemos decir de verdad sabe
chino? Las decoraciones ?
Ahora, usted puede tener algunas objeciones a mi cuarto chino .
Es posible senalar que la decoracion no parece tener ningun significado.
Si , eso es cierto. Tampoco el pedestal . Lo mismo puede decirse de los recursos
humanos y para el ambiente.
Tambien podria senalar que la premisa es absurda. Simplemente cambiar las
conexiones mecanicas en una maquina de escribir mecanica no podia permitirle
responder convincentemente a preguntas en chino (por no mencionar el hecho de que
no podemos encajar los miles de simbolos de caracteres chinos en las teclas de una
maquina de escribir) .
Si, es una objecion valida , tambien. La unica diferencia entre mi concepcion
habitacion china y las varias propuestas por Searle es que es

patente en mi
concepcion de que no podria funcionar y es por su propia naturaleza absurda. Esto
puede no ser tan evidente para muchos lectores u oyentes con respecto a las Searle
chinos Rooms. Sin embargo , es igualmente el caso .
Y, sin embargo podemos hacer mi trabajo concepcion , al igual que podemos hacer
concepciones trabajo de Searle . Todo lo que tienes que hacer es establecer los
vinculos de maquina de escribir tan complejo como un cerebro humano. Y eso es en
teoria (si no practicamente) posible. Pero la frase " los vinculos de maquina de
escribir " no sugiere ese gran complejidad. Lo mismo es cierto de la descripcion de
Searle de una persona manipulacion de hojas de papel o siguiendo un libro de reglas
o un programa de ordenador . Estas son todas las concepciones igualmente enganosas
Searle escribe: " los cerebros humanos reales causan la conciencia por una serie de
procesos neurobiologicos especificos en el cerebro . " Sin embargo, todavia tiene que
servir de fundamento para una vision tan sorprendente. Para iluminar la perspectiva
de Searle, Cito de una carta que me envio :
Puede resultar que los organismos mas simples, como las termitas o caracoles son
conscientes .... Lo esencial es reconocer que la conciencia es un proceso biologico
como la digestion , la lactancia , la fotosintesis , o mitosis, y usted debe buscar su
biologia especifico como usted buscar la biologia especifica de estos otros
processes.[38]
Yo le respondi :
Si, es cierto que la conciencia emerge del proceso biologico (es) del cerebro y el
cuerpo, pero hay al menos una diferencia . Si hago la pregunta , " hace una
determinada entidad emite dioxido de carbono ," puedo responder a esa pregunta a
traves de la medicion objetiva clara . Si hago la pregunta , ".Es esta

entidad
consciente , " Puedo ser capaz de proporcionar argumentos - posiblemente inferencial
fuertes y convincentes , pero no los de medicion objetivo claro.
En relacion con el caracol , escribi:
Ahora, cuando usted dice que un caracol puede ser consciente, creo que lo que esta
diciendo es lo siguiente: que podemos descubrir una cierta base neurofisiologica de la
conciencia (lo llaman " x ") en los seres humanos de manera que cuando esta base se
presentan los seres humanos eran conscientes , y cuando no era presentes los seres
humanos no eran conscientes . Asi que nos supone tener una base objetiva para medir
la conciencia. Y luego, si encontramos que en un caracol , podriamos concluir que fue
consciente. Pero esta conclusion deductiva es solo una sugerencia fuerte , no es una
prueba de la experiencia subjetiva por parte del caracol. Puede ser que los seres
humanos son conscientes , ya que tienen " x ", asi como alguna otra cualidad que
practicamente todos los seres humanos compartimos, llaman a esto " y". La "y" puede
tener que ver con el nivel de un ser humano de la complejidad o algo que tenga que
ver con la forma como nos organizamos , o con las propiedades cuanticas de los
microtubulos (aunque esto puede ser parte de la "x"), o algo completamente distinto.
El caracol tiene "x" pero no tiene "y" por lo que puede no ser consciente.
.Como se podria solucionar ese argumento ? Usted, evidentemente, no se puede pedir
el caracol . Incluso si pudieramos imaginar una manera de plantear la pregunta, y
respondio que si, que todavia no probaria que era consciente. No se puede saber de su
bastante simple y mas o menos el comportamiento predecible. Senalando que se ha
" x" puede ser un buen argumento , y muchas personas pueden estar convencido de
ello. Pero es solo un argumento , no una medicion directa de la

experiencia subjetiva
del caracol. Una vez mas , la medicion objetiva es incompatible con el concepto
mismo de la experiencia subjetiva .
Muchos de estos argumentos estan teniendo lugar hoy en dia , aunque no tanto como
los caracoles de los animales superiores. Es evidente para mi que los perros y los
gatos son conscientes (y Searle ha dicho que el lo reconoce asi) . Pero no todos los
humanos aceptan esto. Puedo imaginar maneras cientificas de reforzar el argumento
de senalando las muchas similitudes entre estos animales y los seres humanos , pero
de nuevo estos son solo argumentos , no es una prueba cientifica.
Searle espera encontrar alguna clara "causa " biologica de la conciencia , y parece
incapaz de reconocer que tanto la comprension o conciencia puede surgir de un
patron general de la actividad . Otros filosofos, como Daniel Dennett , tienen esos "
patrones emergentes" teorias articuladas de la conciencia. Pero si se trata de" causada
"por un proceso biologico especifico o por un patron de actividad, Searle ofrece
ninguna base para como ibamos a medir o detectar la conciencia. Encontrar un
correlato neurologico de la conciencia en el ser humano no prueba que la conciencia
esta necesariamente presente en otras entidades con la misma correlacion, ni
demostrar que la ausencia de una correlacion como indica la ausencia de la
conciencia. Tales argumentos deductivos necesariamente no llegan a la medicion
directa . De esta manera , la conciencia difiere de los procesos objetivamente
medibles , tales como la lactancia y la fotosintesis .
Como he dicho en el capitulo 4 , hemos descubierto una caracteristica biologica unica
a los seres humanos y algunos otros primates : las celulas fusiformes . Y estas celulas
con sus estructuras de ramificacion profundas parecen estar muy involucrado con

nuestras respuestas conscientes , especialmente los emocionales. Es la estructura de
celulas fusiformes la base neurofisiologica "x" de la conciencia humana ? .Que tipo
de experimento podria probar eso? Los gatos y los perros no tienen celulas fusiformes
.Tiene que demostrar que no tienen ninguna experiencia consciente?
Searle escribe: " Esta fuera de cuestion, por razones puramente neurobiologicos ,
suponer que el presidente o el equipo es consciente. " Estoy de acuerdo en que las
sillas no parecen ser conscientes , pero en cuanto a los ordenadores del futuro que
tienen la misma complejidad , profundidad , sutileza y capacidades como seres
humanos, no creo que podemos descartar esta posibilidad. Searle simplemente asume
que no lo son, y que es " impensable " para suponer lo contrario. Realmente no hay
nada mas de caracter sustantivo a "argumentos" de Searle que esta tautologia.
Ahora, parte del atractivo de la postura de Searle en contra de la posibilidad de que
un equipo de ser consciente es que los ordenadores que conocemos hoy en dia no
parecen ser conscientes . Su comportamiento es fragil y formulas , incluso si son de
vez en cuando impredecible . Sin embargo, como he senalado anteriormente, las
computadoras de hoy son del orden de un millon de veces mas simples que el cerebro
humano , que es por lo menos una razon por la que no comparten todas las cualidades
entranables del pensamiento humano . Pero esa disparidad se esta reduciendo
rapidamente y en ultima instancia, revertira en un par de decadas. Las maquinas
vigesimo primer siglo temprano que estoy hablando en este libro van a aparecer y
actuar de manera muy diferente a los relativamente simples ordenadores de hoy en
dia.
Searle articula la opinion de que las entidades no biologicas son

capaces de manipular
solo simbolos logicos y parece no darse cuenta de otros paradigmas . Es cierto que la
manipulacion de simbolos es en gran medida la forma basado en normas sistemas
expertos y programas de juego de papeles de trabajo. Sin embargo, la tendencia
actual es en otra direccion , hacia sistemas de auto-organizacion caotica que emplean
metodos inspirados en la biologia , incluyendo los procesos derivados directamente
de la ingenieria inversa de los cientos de grupos de neuronas que llamamos el cerebro
humano.
Searle reconoce que las neuronas biologicas son maquinas , de hecho , que todo el
cerebro es una maquina. Como he dicho en el capitulo 4 , ya hemos recreado de una
manera muy detallada los "poderes causales" de neuronas individuales, asi como los
de los grupos de neuronas sustanciales . No hay barrera conceptual para la ampliacion
de estos esfuerzos a todo el cerebro humano.

La Crítica de la brecha entre ricos y pobres

Otra preocupacion expresada por Jaron Lanier y otros es la posibilidad de " terrible "
que a traves de estas tecnologias los ricos pueden obtener ciertas ventajas y
oportunidades que el resto de la humanidad no tiene access.[39] Esta desigualdad, por
supuesto, no seria nada nuevo, pero con respecto a este tema de la ley de los retornos
acelerados tiene un impacto importante y beneficioso. Debido al crecimiento
exponencial continuo del precio-rendimiento, todas estas tecnologias se convierten
rapidamente tan baratos como para ser casi gratis.
Mira la cantidad extraordinaria de informacion de alta calidad disponible de forma
gratuita en la Web hoy en dia , que no existe en absoluto hace solo unos anos. Y si se
quiere senalar que solo una fraccion del mundo de hoy tiene acceso a la web , tenga
en cuenta que la explosion de la Web se encuentra todavia en su

infancia, y el acceso
esta creciendo exponencialmente . Incluso en los paises mas pobres de Africa, el
acceso Web se esta expandiendo rapidamente.
Cada ejemplo de la tecnologia de la informacion se inicia con las primeras versiones
de las adopciones que no funcionan muy bien y que son inaccesibles , excepto por la
elite . Posteriormente, la tecnologia funciona un poco mejor y se convierte
simplemente caro. Entonces funciona bastante bien y se convierte en barato. Por
ultimo, funciona muy bien y es casi gratis. El telefono celular , por ejemplo , es en
algun lugar entre estas dos ultimas etapas . Tenga en cuenta que hace una decada , si
un personaje de una pelicula saco un telefono portatil , esto era un indicio de que esta
persona debe ser muy ricos, poderosos , o ambos. Sin embargo, no son las sociedades
de todo el mundo en el que la mayoria de la poblacion eran la agricultura con sus
manos hace dos decadas y ahora tienen florecientes economias basadas en la
informacion con el uso generalizado de telefonos celulares (por ejemplo, las
sociedades de Asia , incluidas las zonas rurales de China). Este retraso desde muy
caros los primeros en adoptar a muy bajo costo , la adopcion en todas partes ahora
toma alrededor de una decada . Pero de acuerdo con la duplicacion de la tasa de
cambio de paradigma cada decada , este retraso sera solo cinco anos dentro de una
decada . En veinte anos , el retraso sera de solo dos o tres anos
(vease el capitulo 2) .
La brecha entre ricos y pobres sigue siendo un tema critico , y en cada punto en el
tiempo es mas lo que se puede y se debe hacer. Es tragico, por ejemplo, que los paises
desarrollados no eran mas proactiva en el intercambio de medicamentos contra el
SIDA a los paises pobres de Africa y otros lugares , con millones de vidas perdidas

como consecuencia de ello. Pero la mejora exponencial del precio-rendimiento de las
tecnologias de la informacion esta mitigando rapidamente esa brecha . Las drogas son
esencialmente una tecnologia de la informacion , y vemos la misma duplicacion del
precio-rendimiento cada ano como lo hacemos con otras formas de tecnologia de la
informacion , tales como computadoras , las comunicaciones, y la secuencia de pares
de bases de ADN. Medicamentos contra el SIDA comenzo no funciona muy bien y
cuesta decenas de miles de dolares por paciente por ano . Hoy, estos medicamentos
funcionan razonablemente bien y se acercan a los cien dolares por paciente y ano en
los paises pobres como los de Africa.
En el capitulo 2 he citado el informe del Banco Mundial para el ano 2004 de un
mayor crecimiento economico en el mundo en desarrollo (mas de 6 por ciento) en
comparacion con el promedio mundial (del 4 por ciento) y una reduccion general de
la pobreza (por ejemplo, una reduccion del 43 % en la pobreza extrema en la region
de Asia oriental y el Pacifico desde 1990). Por otra parte , el economista Xavier Sala-i
Martin examino ocho medidas de la desigualdad global entre los individuos, y se
encontro que todos estaban disminuyendo en el ultimo cuarto century.[40]

La Crítica de la verosimilitud de la regulación gubernamental

Estos tipos hablando aqui actuan como si el gobierno no es parte de sus vidas. Pueden
gustaria que no fuera , pero lo es. Al acercarnos a los temas que debaten hoy aqui, les
vale creer que esos temas seran debatidos por todo el pais. La mayoria de los
estadounidenses no simplemente quedarse quieto mientras algunas tiras de elite frente
a sus personalidades y los propios archivos en su paraiso ciberespacio. Ellos tienen
algo que decir sobre eso. No habra debate vehemente de eso en

este pais .
- LEON FUERTH , ex asesor de seguridad nacional del vicepresidente Al GORE, EN
LA CONFERENCIA DE PROSPECTIVA 2002
La vida humana sin la muerte seria algo mas que humano , la conciencia de la
mortalidad da lugar a nuestros anhelos mas profundos y mayores logros.
- Leon Kass , presidente de la Comision Presidencial sobre la Bioetica, 2003
La critica sobre el control gubernamental es que la regulacion se ralentizara y detener
la aceleracion de la tecnologia. Aunque la regulacion es un asunto vital, que en
realidad no ha tenido ningun efecto apreciable en las tendencias analizadas en este
libro, que se han producido con una amplia regulacion en su lugar. A falta de un
estado totalitario en todo el mundo , las fuerzas economicas y de otro tipo que
subyacen progreso tecnico no hara sino crecer con los avances en curso .
Tenga en cuenta la cuestion de la investigacion con celulas madre , que ha sido
especialmente controvertido , y para el cual el gobierno de EE.UU. esta restringiendo
su financiacion. La investigacion con celulas madre es solo una de muchas ideas
relacionadas con el control y la influencia de los procesos de informacion de la
biologia subyacente que estan llevando a cabo como parte de la revolucion de la
biotecnologia . Incluso en el campo de las terapias con celulas de la controversia
sobre la investigacion con celulas madre embrionarias solo ha servido para acelerar
otras formas de lograr el mismo objetivo. Por ejemplo, la transdiferenciacion
(conversion de un tipo de celula tal como una celula de la piel en otros tipos de
celulas) ha avanzado rapidamente .
Como informe en el capitulo 5, los cientificos han demostrado recientemente la
posibilidad de reprogramar celulas de la piel en varios otros tipos de

celulas . Este
enfoque representa el santo grial de las terapias celulares , ya que promete un
suministro ilimitado de celulas diferenciadas con el ADN del propio paciente .
Tambien permite que las celulas se seleccionan y sin errores en el ADN y en ultima
instancia sera capaz de proporcionar cadenas de los telomeros largos (para hacer que
las celulas mas joven) . Propia investigacion con celulas madre embrionarias Incluso
ha avanzado , por ejemplo, con proyectos como el centro de investigacion nueva e
importante de Harvard y de la iniciativa de bonos de tres mil millones de dolares con
exito en California para apoyar este trabajo.
A pesar de las restricciones a la investigacion con celulas madre son lamentables , es
dificil decir que la investigacion de la terapia celular , y mucho menos el amplio
campo de la biotecnologia , se ha visto afectado en un grado significativo .
Algunas restricciones gubernamentales reflejan el punto de vista del humanismo
fundamentalista , que dirigi en el capitulo anterior . Por ejemplo, el Consejo de
Europa proclamo que "los derechos humanos implican el derecho a heredar un patron
genetico que no se ha modificado artificialmente . " [41] Tal vez el aspecto mas
interesante del edicto del ayuntamiento es su presenta una restriccion como un
derecho. En el mismo espiritu , supongo que el Consejo estaria a favor del derecho
humano a no ser curado de enfermedad natural por medios artificiales , al igual que
los activistas " protegidos " de hambre naciones africanas de la indignidad de
consumir bioingenieria crops.[42]
En ultima instancia los beneficios del progreso tecnico abruman tales sentimientos
antitecnologia reflexivos . La mayoria de los cultivos en los Estados Unidos ya son
transgenicos, mientras que las naciones asiaticas estan adoptando

agresivamente la
tecnologia para alimentar a sus grandes poblaciones, e incluso de Europa esta
empezando a aprobar los alimentos transgenicos . La cuestion es importante porque
las restricciones innecesarias , aunque temporal, puede resultar en sufrimiento
exacerbado de millones de personas . Pero el progreso tecnico esta avanzando en
miles de frentes , impulsado por las ganancias economicas irresistibles y profundas
mejoras en la salud humana y el bienestar .
La observacion de Leon Fuerth citado revela un error inherente sobre tecnologias de
la informacion . Tecnologias de la informacion no estan disponibles solo para una
elite. Como se menciono , las tecnologias de informacion deseables se convierten
rapidamente en todas partes y casi gratis. Es solo cuando no funcionan muy bien (es
decir, en una etapa temprana de desarrollo) que son caros y restringidos a una elite .
A principios de la segunda decada de este siglo , la web ofrecera una inmersion total
realidad virtual visual - auditivo con imagenes escritas directamente a nuestras retinas
de nuestros anteojos y lentes y de banda ancha de acceso a Internet inalambrico muy
tejida en nuestra ropa. Estas capacidades no se limitan solo a los privilegiados. Al
igual que los telefonos celulares , en el momento en que funcionan bien van a estar en
todas partes .
En la decada de 2020 vamos a tener habitualmente nanobots en nuestro torrente
sanguineo mantenernos saludables y aumentar nuestras capacidades mentales. Por el
momento estos trabajos asi que sera de bajo costo y ampliamente utilizado. Como
dije anteriormente, la reduccion del desfase entre la adopcion temprana y tardia de
tecnologias de la informacion en si se acelerara a partir del periodo de diez anos
actuales a solo un par de anos dos decadas a partir de ahora . Una

vez que la
inteligencia no biologica consigue un punto de apoyo en el cerebro , sera al menos el
doble de la capacidad de cada ano , al igual que la naturaleza de la tecnologia de la
informacion . Por lo tanto, no pasara mucho tiempo para la parte no biologica de
nuestra inteligencia a predominar . Esto no va a ser un lujo reservado para los ricos ,
al igual que los motores de busqueda son hoy. Y en la medida en que no habra un
debate sobre la conveniencia de dicho aumento, es facil predecir quien va a ganar , ya
que las personas con inteligencia mejorada habra mucho mejores polemistas .

La lentitud insoportable de Instituciones Sociales .

MIT cientifico de investigacion senior Joel Cutcher - Gershenfeld escribe: "Solo
mirando hacia atras a lo largo del ultimo siglo y medio , ha habido una sucesion de
regimenes politicos donde era uno de la solucion a un dilema antes, pero creado
nuevos dilemas en el posterior era. Por ejemplo , Tammany Hall y el modelo patron
politico eran una gran mejora sobre el sistema dominante basado en aterrizaron
nobleza - que muchas mas personas se incluyeron en el proceso politico. Sin embargo
, los problemas surgieron con el clientelismo , lo que llevo a la funcion publica en
modelos una gran solucion para el problema anterior con la introduccion de la
meritocracia. Luego, por supuesto , de la funcion publica se convirtio en el obstaculo
a la innovacion y nos movemos a la reinvencion del gobierno . y la historia continua.
" 43 Gershenfeld esta senalando que las instituciones sociales , incluso cuando
innovadora en su dias se convierten en " un lastre para la innovacion. "
En primer lugar me gustaria senalar que el conservadurismo de las instituciones
sociales no es un fenomeno nuevo. Es parte del proceso evolutivo de la innovacion , y

la ley de los retornos acelerados siempre ha operado en este contexto. En segundo
lugar, la innovacion tiene una forma de trabajar en torno a los limites impuestos por
las instituciones . El advenimiento de la tecnologia descentralizada permite a la
persona para evitar todo tipo de restricciones , y que representan un medio
fundamental para el cambio social para acelerar. Como uno de los muchos ejemplos ,
toda la marana de normas de comunicaciones se encuentra en proceso de ser
superadas por las tecnicas de punto - a-punto emergentes tales como voz sobre
protocolo de Internet (VOIP) .
La realidad virtual se representa otra forma de acelerar el cambio social. La gente en
ultima instancia, ser capaz de tener relaciones y participar en actividades en entornos
de realidad virtual de gran realismo que no iban a ser capaces o dispuestos a hacerlo
en la realidad real y envolvente .
Como la tecnologia se vuelve mas sofisticada que se necesita cada vez mas de las
capacidades humanas tradicionales y requiere menos adaptacion. Tenias que ser
tecnicamente habil para utilizar los primeros ordenadores personales , mientras que el
uso de sistemas informaticos de hoy, tales como telefonos celulares, reproductores de
musica, y los navegadores Web , requiere habilidad mucho menos tecnico. En la
segunda decada de este siglo, que habitualmente esten en contacto con los humanos
virtuales que , aunque todavia no Turing -test capaz, tendran suficiente comprension
del lenguaje natural para actuar como nuestros asistentes personales para una amplia
gama de tareas.
Siempre ha sido una mezcla de adoptadores tempranos y tardios de los nuevos
paradigmas. Todavia tenemos la gente de hoy que quieren vivir como lo hicimos en el
siglo VII. Esto no restringe a los primeros adoptantes de establecer

nuevas actitudes y
convenciones sociales , por ejemplo, nuevas comunidades basadas en la Web . Hace
unos cien anos, solo un punado de personas, como Leonardo da Vinci y Newton
estaban explorando nuevas maneras de entender y relacionarse con el mundo. Hoy en
dia , la comunidad mundial que participa y contribuye a la innovacion social de
adopcion y adaptacion a la nueva innovacion tecnologica es una parte importante de
la poblacion , otro reflejo de la ley de los retornos acelerados .

La crítica del teísmo

Otra objecion comun va mas alla de la ciencia de forma explicita para mantener que
existe un nivel espiritual que da cuenta de las capacidades humanas y que no es
penetrable por medios objetivos . William A. Dembski , un distinguido filosofo y
matematico , condena la vision de pensadores como Marvin Minsky , Daniel
Dennett , Patricia Churchland , y Ray Kurzweil , a quien llama "materialistas
contemporaneos ", que " ven los movimientos y modificaciones de la materia como
suficientes para cuenta de la mentalidad humana "[44].
Dembski atribuye " previsibilidad [como] la virtud principal del materialismo " y
cita " vacio [como] su principal defecto . " El continua diciendo que " los seres
humanos tienen aspiraciones. Anhelamos la libertad , la inmortalidad y la vision
beatifica. Estamos inquietos hasta que encontremos nuestro descanso en Dios. El
problema para el materialista , sin embargo , es que estas aspiraciones no pueden ser
canjeados en la moneda de la materia " . Llega a la conclusion de que los humanos no
pueden ser meras maquinas debido a "la estricta ausencia de factores extra-materiales
de este tipo de sistemas . "
Yo preferiria que llamamos concepto de materialismo de Dembski " materialismo
capacidad", o mejor aun " patternism capacidad", capacidad

materialismo / patron
ismo se basa en la observacion de que las neuronas biologicas y sus interconexiones
se componen de patrones sostenibles de materia y energia. Tambien sostiene que sus
metodos se pueden describir , entender y modelar , ya sea con replicas o equivalentes
recreaciones funcionalmente . Yo uso la palabra "capacidad ", ya que abarca todas las
formas ricas y sutiles , y diverso en el que los seres humanos interactuan con el
mundo, no solo las habilidades mas estrechos que se podria etiquetar como
intelectual. De hecho , nuestra capacidad de entender y responder a las emociones es
al menos tan complejo y diverso como nuestra capacidad para procesar cuestiones
intelectuales .
John Searle , por ejemplo , reconoce que las neuronas humanas son maquinas
biologicas . Pocos observadores serios han postulado las capacidades o las reacciones
de las neuronas humanas que requieren de Dembski "factores extra- materiales".
Basandose en los patrones de la materia y la energia en el cuerpo humano y el cerebro
para explicar su comportamiento y competencias no necesitan disminuir nuestro
asombro en sus notables cualidades . Dembski tiene un entendimiento anticuado del
concepto de " maquina".
Dembski tambien escribe que " a diferencia de los cerebros , los ordenadores estan
ordenadas y precisa .... [C] omputers operan determinista ". Esta declaracion y otros
revelan una vision de las maquinas o entidades formadas por los patrones de la
materia y la energia (entidades "materiales") , que se limita a los mecanismos
literalmente ingenuo de automatas del siglo XIX. Estos dispositivos , con sus cientos
y hasta miles de piezas, eran bastante predecibles , y ciertamente no es capaz de
anhelos de libertad y otras cualidades entranables de la entidad

humana . Las mismas
observaciones en gran medida son validas para las maquinas de hoy en dia , con sus
miles de millones de piezas. Pero lo mismo no puede decirse necesariamente para
maquinas con millones de millones de interactuar "partes ", entidades con la
complejidad del cerebro y el cuerpo humano.
Ademas, es incorrecto decir que el materialismo es predecible. Incluso los programas
de ordenador de hoy en dia utilizan habitualmente aleatoriedad simulada. Si se
necesita eventos verdaderamente aleatorios en un proceso , hay dispositivos que
pueden proporcionar esto tambien. Basicamente , todo lo que percibimos en el mundo
material es el resultado de muchos miles de millones de eventos cuanticos , cada una
de las cuales muestra una aleatoriedad cuantica profunda e irreductible en el centro de
la realidad fisica (o eso parece - el jurado cientifico todavia no sobre la verdadera
naturaleza de la aparente aleatoriedad subyace eventos cuanticos } . el mundo en
materia macro y micro niveles - es cualquier cosa menos predecible.
Aunque muchos programas informaticos hacen funcionar la manera Dembski
describe las tecnicas predominantes en mi propio campo de reconocimiento de
patrones de uso de biologia de inspiracion metodos caoticos de computacion . En
estos sistemas la interaccion impredecible de millones de procesos , muchos de los
cuales contiene elementos aleatorios e impredecibles , proporcionar respuestas
inesperadas todavia apropiada a las preguntas sutiles de reconocimiento . La mayor
parte de la inteligencia humana se compone de solo este tipo de procesos de
reconocimiento de patrones .
En cuanto a las respuestas a las emociones y nuestras aspiraciones mas altas , estas se
consideran propiamente como propiedades emergentes-profundos

queridos para estar
seguro, pero , sin embargo, los patrones emergentes que resultan de la interaccion del
cerebro humano con su entorno complejo. La complejidad y la capacidad de las
entidades no biologicas esta aumentando exponencialmente y coincidiran con los
sistemas biologicos, incluyendo el cerebro humano (junto con el resto del sistema
nervioso y el sistema endocrino) dentro de un par de decadas . De hecho , muchos de
los disenos de las maquinas del futuro sera biologicamente , es decir, derivado de los
disenos biologicos inspiracion - que . (Esto ya es el caso de muchos de los sistemas
actuales.) Mi tesis es que al compartir la complejidad , asi como los patrones reales
de los cerebros humanos , estas entidades no biologicas futuras mostraran la
inteligencia emocional y las reacciones ricos (como "aspiraciones") de los seres
humanos .
.Sera tal entidad no biologica es consciente? Searle afirma que podemos (al menos en
teoria) resolver rapidamente esta cuestion determinando si tiene los correctos "
procesos neurobiologicos especificos. " Es mi opinion de que muchos seres humanos,
en ultima instancia, la gran mayoria de los seres humanos, se llega a creer que estas
entidades inteligentes de origen humano , pero sin embargo no biologica son
conscientes, pero eso es una prediccion politico y psicologico , no un juicio cientifico
o filosofico. Mi conclusion: Estoy de acuerdo con Dembski que esto no es una
cuestion cientifica , ya que no se puede resolver a traves de la observacion objetiva .
Algunos observadores dicen que si no es una cuestion cientifica , no es importante o
incluso una verdadera pregunta . Mi punto de vista (y estoy seguro de Dembski esta
de acuerdo) es que precisamente porque la cuestion no es cientifica , es un uno -de

hecho , la cuestion filosofica fundamental filosofico.
Dembski escribe: "Tenemos que trascender a nosotros mismos para encontrarnos
ahora los movimientos y modificaciones de la materia no ofrecen ninguna
oportunidad para trascender a nosotros mismos .... Freud ... Marx ... Nietzsche , ...
cada uno considera la esperanza de trascendencia como . una ilusion " . Este punto de
vista de la trascendencia como fin ultimo esta razonablemente afirmo . Pero no estoy
de acuerdo que el mundo material no ofrece "una oportunidad para trascender . " El
mundo material inherentemente evoluciona, y cada etapa trasciende la etapa antes .
Como he dicho en el capitulo 7, la evolucion se mueve hacia una mayor complejidad,
mayor elegancia , mayor conocimiento , mayor inteligencia , mas belleza, mas
creatividad , mas amor . Y Dios ha sido llamado de todas estas cosas , pero sin ningun
tipo de limitacion : el conocimiento infinito, inteligencia infinita , infinita belleza , la
creatividad infinita y el amor infinito. La evolucion no lograr un nivel infinito, pero ,
ya que explota exponencialmente ciertamente se mueve en esa direccion . Asi que la
evolucion se mueve inexorablemente hacia nuestra concepcion de Dios, aunque
nunca llegar a este ideal.
Dembski prosigue:
Una maquina esta totalmente determinada por la Constitucion , la dinamica y las
interrelaciones de sus partes fisicas " [M] aquinas " hace hincapie en la estricta
ausencia de factores extra- materiales , el principio de reemplazo es relevante para
esta discusion , ya que implica que las maquinas no tienen historia de fondo. Pero ...
una maquina , propiamente hablando, no tiene historia . Su historia es una superflua
piloto - una adicion que facilmente podria haber sido diferente sin alterar la
maquina .... Para una maquina , todo lo que hay es lo que es en

este momento . ...
Maquinas acceso o no para acceder a articulos en el almacenamiento .... mutatis
mutandis , los elementos que representan ocurrencias hipoteticos (es decir , las cosas
que nunca sucedieron) pero que son accesibles puede ser , en la medida que la
maquina se refiere, al igual que a pesar de que ocurrieron .
Apenas es necesario insistir en que el objetivo de este libro es que muchas de nuestras
suposiciones profundamente sobre la naturaleza de las maquinas y de hecho de
nuestra propia naturaleza humana sera puesta en duda en las proximas decadas .
Concepcion de la "historia" de Dembski es solo otro aspecto de nuestra humanidad
que necesariamente se deriva de la riqueza , la profundidad y la complejidad del ser
humano. Por el contrario , no tiene una historia en el sentido de Dembski es otro
atributo de la simplicidad de las maquinas que hemos conocido hasta ahora . Es
precisamente la tesis de que las maquinas de la decada de 2030 y mas alla sera de
tanta complejidad y riqueza de la organizacion que las reacciones de su
comportamiento evidencia emocionales , aspiraciones, y, si , la historia . Asi que
Dembski es simplemente describiendo maquinas limitadas de hoy y simplemente
asumir que estas limitaciones son inherentes , una linea de argumentacion equivale a
afirmar que " las maquinas de hoy en dia no son tan capaces como seres humanos ,
por lo tanto, las maquinas nunca llegar a este nivel de rendimiento . " Dembski se
acaba asumiendo su conclusion .
Vista de Dembski de la capacidad de las maquinas para entender su propia historia se
limita a los elementos "Acceso " en el almacenamiento. Maquinas futuras , sin
embargo, poseen no solo un registro de su propia historia, sino la capacidad de
comprender que la historia y reflexionar sobre ella perspicacia . En

cuanto a " los
elementos que representan los sucesos contrafactuales", seguramente lo mismo puede
decirse de los recuerdos humanos.
De Dembski larga discusion de la espiritualidad se resume asi:
Pero, .como puede una maquina de estar al tanto de la presencia de Dios ?
Recordemos que las maquinas se definen exclusivamente por la Constitucion , la
dinamica y las interrelaciones entre sus partes fisicas . De ello se desprende que Dios
no puede hacer acto de presencia a una maquina actuando sobre ella y cambiar asi su
estado. En efecto , el momento en que Dios actua sobre una maquina para cambiar su
estado , ya no es adecuadamente una maquina , para un aspecto de la maquina ahora
trasciende sus constituyentes fisicos . De ello se desprende que la conciencia de la
presencia de Dios por una maquina debe ser independiente de cualquier accion de
Dios para cambiar el estado de la maquina. .Como, pues la maquina viene a la
conciencia de la presencia de Dios? La conciencia debe ser auto - inducido.
Espiritualidad de la maquina es la espiritualidad de la auto -realizacion, no la
espiritualidad de un Dios activo que libremente da a si mismo en la auto- revelacion y
con ello transforma a los seres con los que esta en comunion . Para Kurzweil
modificar "maquina" con el adjetivo "espiritual" por lo tanto, implica una vision
empobrecida de la espiritualidad.
Dembski afirma que una entidad (por ejemplo, una persona) no puede ser consciente
de la presencia de Dios sin Dios que actua sobre ella, sin embargo, Dios no puede
actuar sobre una maquina , por lo tanto, una maquina no puede estar al tanto de la
presencia de Dios. Tal razonamiento es completamente tautologica y humanocentrica.
Dios se comunica solo con los seres humanos, y solo los biologicos en eso.

No tengo ningun problema con Dembski de suscripcion a este como una creencia
personal, pero no hace el " caso solido " que promete, que " los seres humanos no son
maquinas y punto”. Al igual que con Searle, Dembski solo asume su conclusion.
Como Searle, Dembski parece que no puede captar el concepto de las propiedades
emergentes de los patrones distribuidos complejos . El escribe :
La ira probablemente esta relacionada con ciertas excitaciones cerebrales localizadas.
Pero excitaciones cerebrales localizadas apenas explican ira mejor que conductas
manifiestas asociadas a la ira , como gritando obscenidades . Excitaciones cerebrales
localizadas pueden correlacionarse fiable con ira, pero .como se explica que una
persona interpretando un comentario como un insulto y experimentar la ira, y otra
persona interpretar ese mismo comentario como una broma y experimentar la risa?
Un materialista llena de animo tiene que entender excitaciones cerebrales localizadas
en terminos de otras excitaciones cerebrales localizadas. En su lugar nos encontramos
con excitaciones cerebrales localizados (que representa , por ejemplo , colera) que
tiene que ser explicado en terminos de contenido semantico (que representan , por
ejemplo, insultos) . Pero esta mezcla de excitaciones cerebrales y contenidos
semanticos dificilmente constituye una explicacion materialista de la mente o la
agencia de inteligencia .
Dembski asume que la ira se correlaciona con una " excitacion cerebral localizada, "
pero la ira es casi seguro que el reflejo de los patrones complejos distribuidos de la
actividad en el cerebro. Incluso si hay un correlato neuronal localizado asociado a la
ira, no obstante resulta de practicas complejas e interactuantes . La pregunta de
Dembski por que diferentes personas reaccionan de manera diferente a situaciones

similares casi nos obliga a recurrir a sus factores extramaterial una explicacion. Los
cerebros y las experiencias de diferentes personas no son la misma , y estas
diferencias son bien explicadas por diferencias en sus cerebros fisicos resultantes de
diversos genes y experiencias.
Resolucion del problema ontologico de Dembski es que el fundamento ultimo de lo
que existe es lo que el llama el "mundo real de las cosas " que no son reducibles a
cosas materiales . Dembski no muestra lo que " cosas " que podrian considerar como
fundamental, pero las mentes humanas presuntamente estaria en la lista, como podria
haber otras cosas , como el dinero y sillas. Puede haber una pequena congruencia de
nuestros puntos de vista al respecto . Considero que las "cosas" de Dembski como
patrones . El dinero, por ejemplo, es un enorme y persistente patron de los acuerdos ,
entendimientos y expectativas. "Ray Kurzweil " tal vez no es tan grande un patron ,
pero hasta el momento es tambien persistente . Dembski aparentemente se refiere a
los patrones tan efimero y no sustancial , pero tengo un profundo respeto por el poder
y la resistencia de los patrones . No es descabellado considerar a los patrones como
un derecho fundamental realidad ontologica . No somos capaces de tocar realmente la
materia y la energia directamente , pero si experimentamos directamente los patrones
subyacentes de Dembski "cosas . " Fundamental para esta tesis es que a medida que
aplicamos nuestra inteligencia , y la ampliacion de nuestra inteligencia llamada
tecnologia , a la comprension de los patrones poderosos de nuestro mundo (por
ejemplo , la inteligencia humana), se puede volver a crear y ampliar ! - Estos patrones
en otros sustratos . Los patrones son mas importantes que los materiales que las
representan .

Por ultimo , si la inteligencia para mejorar el material extramaterial de Dembski
realmente existe, entonces me gustaria saber donde puedo conseguir algo .

La crítica del holismo

Otra critica comun dice lo siguiente : Las maquinas se organizan en jerarquias
rigidamente estructuradas de modulos , mientras que la biologia se basa en elementos
de manera integral - organizado en el que cada elemento afecta a todos los demas .
Las capacidades unicas de la biologia (como la inteligencia humana) solo puede
resultar de este tipo de diseno integral. Ademas, solo los sistemas biologicos pueden
utilizar este principio de diseno .
Michael Denton , biologo de la Universidad de Otago en Nueva Zelanda, senala las
aparentes diferencias entre los principios de diseno de entidades biologicas y las de
las maquinas que ha conocido . Denton describe elocuentemente organismos como "
auto-organizacion , auto-referencial , ... auto-replicante , ... reciproco , ... autoformativa
e integral. " [45] El entonces da el salto , un salto sin apoyo de la fe, se podria
decir , que tales formas organicas solo se pueden crear a traves de procesos
biologicos y que tales formas son realidades de la existencia " ... fundamentales
inmutable, impenetrable ... y " .
Hago compartir " asombrado " sentido de Denton de " asombro " ante la belleza ,
complejidad , rareza , y la interrelacion de los sistemas organicos , que van desde la "
extrana de otro mundo ... impresion " dada por las formas asimetricas de proteinas a
la extraordinaria complejidad de la mas alta organos como el cerebro humano de
orden . Ademas, estoy de acuerdo con que el diseno Denton biologica representa una
serie de profundos principios. Sin embargo , es precisamente la tesis , que ni Denton
ni otros criticos de la escuela holistico reconocen o responden a,

que las maquinas
(es decir, entidades derivados del diseno humano -dirigida) pueden tener acceso a - y
- ya estan utilizando estos mismos principios . Esta ha sido la idea central de mi
propia obra y representa la ola del futuro . Emulando a las ideas de la naturaleza es la
forma mas eficaz de aprovechar los enormes poderes que la futura tecnologia pondra
a disposicion .
Los sistemas biologicos no son completamente integral , y las maquinas actuales no
son completamente modulares , ambos existen en un continuo. Podemos identificar
las unidades de funcionalidad en los sistemas naturales , incluso a nivel molecular , y
los mecanismos de accion son perceptibles aun mas evidente en el nivel mas alto de
los organos y las regiones cerebrales. El proceso de comprension de las
transformaciones funcionalidad e informacion realizadas en regiones especificas del
cerebro esta en marcha , como ya comentamos en el capitulo 4 .
Es enganoso sugerir que todos los aspectos del cerebro humano interactua con todos
los demas aspectos , y que por lo tanto es imposible entender sus metodos. Los
investigadores ya han identificado y modelado de las transformaciones de la
informacion en varias docenas de sus regiones. Por el contrario , hay numerosos
ejemplos de maquinas modernas que no fueron disenados de forma modular , y en el
que muchos de los aspectos de diseno estan profundamente interconectadas , como
los ejemplos de algoritmos geneticos descritos en el capitulo 5 .
Denton escribe:
Hoy en dia casi todos los biologos profesionales han adoptado el enfoque mecanicista
/reduccionista y suponer que las partes basicas de un organismo (como los engranajes
de un reloj) son las cosas esenciales primarios , que un organismo vivo (como un
reloj) no es mas que la suma de sus partes, y que es la partes que

determinan las
propiedades del todo y que (como un reloj) una descripcion completa de todas las
propiedades de un organismo puede ser tenido por la caracterizacion de sus partes en
forma aislada.
Denton , tambien, esta ignorando aqui la capacidad de los procesos complejos que
exhiben propiedades emergentes que van mas alla "de sus partes por separado. " El
parece reconocer este potencial en la naturaleza , cuando escribe : " En un sentido
muy real, las formas organicas ... representan realidades verdaderamente emergentes.
" Sin embargo , casi no es necesario recurrir a la " modelo vitalista " de Denton para
explicar realidades emergentes. Las propiedades emergentes se derivan del poder de
los patrones , y nada restringe los patrones y sus propiedades emergentes de los
sistemas naturales.
Denton parece reconocer la posibilidad de emular las formas de la naturaleza ,
cuando escribe :
Por lo tanto, el exito en las nuevas formas organicas de ingenieria de las proteinas a
organismos requerira un enfoque completamente nuevo , una especie de diseno de "
arriba hacia abajo ". Debido a que las partes de totalidades organicas solo existen en
todo el totalidades organicas , no se puede especificar , poco a poco , y construye a
partir de un conjunto de modulos relativamente independientes y, por consiguiente,
toda la unidad indivisa debe especificarse juntas en su totalidad .
Aqui Denton ofrece consejos y describe un enfoque de la ingenieria que yo y otros
investigadores utilizan habitualmente en las areas de reconocimiento de patrones , la
complejidad (el caos) la teoria , y los sistemas de auto-organizacion . Denton parece
no ser consciente de estas metodologias , sin embargo, y despues de describir
ejemplos de abajo hacia arriba , ingenieria de componentes de

motor y sus
limitaciones concluye sin justificacion que existe un abismo infranqueable entre las
dos filosofias de diseno . El puente es , de hecho , ya estan en construccion .
Como he dicho en el capitulo 5 , podemos crear nuestros propios disenos " otro
mundo misterioso ", pero eficaz a traves de la evolucion aplicada. Le describi como
aplicar los principios de la evolucion de la creacion de disenos inteligentes a traves de
algoritmos geneticos. En mi propia experiencia con este enfoque , los resultados estan
bien representados por la descripcion de Denton de moleculas organicas en el
"aparente falta de logica de la concepcion y la falta de modularidad obvia o
regularidad , ... el puro caos de la disposicion , ... [y] impresion no mecanica " .
Los algoritmos geneticos y otras metodologias de diseno de auto-organizacion de
abajo hacia arriba (tales como redes neuronales , modelos de Markov , y otros que
hemos discutido en el capitulo 5) incorporan un elemento impredecible , por lo que
los resultados de este tipo de sistemas son diferentes cada vez que el proceso se
ejecute . A pesar de la creencia comun que las maquinas son deterministas y por lo
tanto predecible , hay numerosas fuentes facilmente disponibles de aleatoriedad a
disposicion de maquinas . Las teorias contemporaneas de la mecanica cuantica
postulan una aleatoriedad profunda en el centro de la existencia. Segun ciertas teorias
de la mecanica cuantica , lo que parece ser el comportamiento determinista de
sistemas a nivel macro es simplemente el resultado de preponderances estadisticas
abrumadoras sobre la base de un enorme numero de eventos fundamentalmente
impredecibles . Por otra parte , la obra de Stephen Wolfram y otros han demostrado
que incluso un sistema que en teoria es completamente

determinista , sin embargo,
puede producir resultados de manera eficaz al azar y, sobre todo , del todo
impredecibles .
Los algoritmos geneticos y enfoques de auto-organizacion similares dan lugar a
disenos que no se podria haber llegado a traves de un enfoque de componentes
orientada modular. El " extrano , ... [el] caos ... la interaccion dinamica " de las
partes con el todo que Denton atribuye exclusivamente a las estructuras organicas
describe muy bien las cualidades de los resultados de estos procesos caoticos
humanos iniciados.
En mi propio trabajo con algoritmos geneticos He examinado el proceso por el cual
un algoritmo tal mejora gradualmente un diseno . Un algoritmo genetico no cumple
sus logros de diseno a traves de diseno de subsistemas individuales uno a la vez , pero
un enfoque incremental efectos " de una sola vez " , por lo que muchos cambios
pequenos distribuidos en todo el diseno que mejoran progresivamente el ajuste global
o " potencia " de la solucion . La solucion en si emerge gradualmente y se desarrolla
de la simplicidad a la complejidad. mientras que el soluciones que produce son a
menudo asimetrica y torpe pero eficaz , al igual que en la naturaleza, sino que
tambien pueden aparecer elegante e incluso hermosa .
Denton es correcta en la observacion de que las maquinas mas modernas , tales como
los ordenadores convencionales de hoy en dia , estan disenados con el enfoque
modular. Existen ciertas ventajas de ingenieria significativos a esta tecnica tradicional
Por ejemplo , las computadoras tienen una memoria mucho mas precisos que los
humanos y pueden realizar transformaciones logicas mucho mas efectiva que la
inteligencia humana sin ayuda. Lo mas importante , los ordenadores pueden

compartir sus recuerdos y patrones instantaneamente. El enfoque no modular caotico
de la naturaleza tambien tiene claras ventajas que Denton y articula , como lo
demuestran los poderes profundos de reconocimiento de patrones humanos . Pero es
un paso totalmente injustificada que decir que debido a las limitaciones actuales (y
disminuyendo !) De la tecnologia humana -dirigido que los sistemas biologicos son
intrinsecamente , aunque en forma logica , un mundo aparte.
Los exquisitos disenos de la naturaleza (el ojo, por ejemplo) se han beneficiado de un
profundo proceso evolutivo. Nuestros algoritmos geneticos mas complejos de hoy
incorporan codigos geneticos ' de decenas de miles de bits , mientras que las
entidades biologicas tales como los seres humanos se caracterizan por codigos
geneticos de miles de millones de bits (solo decenas de millones de bytes con
compresion).
Sin embargo , como es el caso con toda la tecnologia basada en la informacion , la
complejidad de los algoritmos geneticos y otros metodos inspirados en la naturaleza
esta aumentando exponencialmente . Si examinamos la velocidad a la que esta
complejidad es cada vez mayor , nos encontramos con que van a coincidir con la
complejidad de la inteligencia humana dentro de aproximadamente dos decadas , lo
cual es consistente con mis estimaciones extraidas de las tendencias directos en
hardware y software.
Denton senala que todavia no hemos logrado plegamiento de proteinas en tres
dimensiones ", incluso uno que consta de solo 100 componentes. " Sin embargo, es
solo en los ultimos anos que hemos tenido las herramientas , incluso de visualizar
estos patrones tridimensionales. Por otra parte, el modelado de las fuerzas
interatomicas requerira del orden de cien mil millones (1014) de

calculos por
segundo . A finales de 2004 IBM introdujo una version de la Blue Gene / L
superordenador con una capacidad de setenta teraflops (casi 1.014 cps) , que , como
su nombre indica , se espera que proporcione la capacidad de simular el plegamiento
de proteinas .
Ya hemos conseguido reducir , de empalme y reorganizando los codigos geneticos y
las propias fabricas bioquimicas aprovechamiento de la naturaleza para producir
enzimas y otras sustancias biologicas complejas . Es cierto que el trabajo mas
contemporanea de este tipo se realiza en dos dimensiones , pero los recursos
computacionales necesarios para visualizar y modelar los mucho mas complejos
patrones tridimensionales que se encuentran en la naturaleza no estan lejos de
realizacion .
En las discusiones sobre el tema de proteinas consigo mismo Denton , reconocio que
el problema finalmente se resolveria , estimando que tal vez era una decada de
distancia . El hecho de que una cierta hazana tecnica aun no se ha logrado no es un
argumento fuerte que nunca sera. Denton escribe:
Desde el conocimiento de los genes de un organismo que es imposible predecir las
formas organicas codificados. Ni las propiedades ni la estructura de las proteinas
individuales ni las de cualquier orden superior - formas tales como ribosomas y
celulas enteras - se pueden inferir a partir de incluso el analisis mas exhaustivo de los
genes y sus productos primarios , secuencias lineales de aminoacidos .
Aunque la observacion de Denton anterior es esencialmente correcta , que
basicamente se senala que el genoma es solo una parte del sistema global . El codigo
del ADN no es toda la historia, y es necesario que el resto del sistema de soporte

molecular para que el sistema funcione y para que se entienda . Tambien es necesario
el diseno de los ribosomas y otras moleculas que hacen la funcion de la maquinaria
de ADN . Sin embargo , la adicion de estos disenos no cambia significativamente la
cantidad de informacion de diseno en la biologia .
Pero volver a crear la paralela masiva , control digital analogico, hologramlike , la
auto- organizacion y procesos caoticos del cerebro humano no requerir que doblamos
las proteinas. Como se discutio en el capitulo 4 , hay docenas de proyectos
contemporaneos que han tenido exito en la creacion de detalladas recreaciones de
trastornos neurologicos sistemas . Estos incluyen los implantes neuronales que
funcionan con exito dentro de las mentes de la gente sin doblar las proteinas . Sin
embargo , si bien entiendo el argumento de Denton sobre las proteinas como
evidencia sobre las formas holisticas de la naturaleza , como ya he senalado que no
hay barreras esenciales a nuestra emular estas formas en nuestra tecnologia, y ya
estan bien por este camino.
En resumen , Denton es demasiado rapida para concluir que los sistemas complejos
de la materia y la energia en el mundo fisico no son capaces de exhibir las
"caracteristicas emergentes ... vitales de organismos tales como la auto - replicacion,
'morphing', auto- regeneracion, auto - montaje y el orden global del diseno biologico
"y que, por lo tanto, " los organismos y las maquinas pertenecen a diferentes
categorias del ser " . Dembski y Denton comparten el mismo punto de vista limitado
de maquinas como entidades que pueden ser disenados y construidos solo en forma
modular . Podemos construir y ya estamos construyendo "maquinas " que tienen
poderes mucho mayores que la suma de sus partes mediante la combinacion de los

principios de diseno de auto-organizacion de la naturaleza con los poderes de
aceleracion de nuestra tecnologia humana iniciada. Sera una combinacion formidable.

Epílogo

Yo no se lo que puede aparecer en el mundo , pero a mi me parece que han sido solo
como un nino jugando en la orilla del mar , y divirtiendome en el momento y luego
encontrar un guijarro mas suave o una concha mas bonita de lo normal, mientras que
la gran oceano de la verdad yacia sin descubrir antes que yo. - ISAAC Nuevopara [1]

El sentido de la vida es el amor creativo. No es el amor como un sentimiento interior ,
como una emocion sentimental privada , pero el amor como una fuerza dinamica en
movimiento hacia el mundo y hacer algo original. - TOM MORRIS , SI ARISTOTELES RANN GENERAL MOTORS

No exponencial es para siempre ... pero podemos demorar "para siempre . "
-Gordon E. Moore , 2004

.Como de Singular es la Singularidad ? .Va a suceder en un instante ? Consideremos
de nuevo la derivacion de la palabra. En matematicas una singularidad es un valor
que esta mas alla de cualquier limite - en esencia, el infinito . (Formalmente el valor de una funcion que contiene una singularidad tal se dice que es
definida en el punto de singularidad, pero podemos demostrar que el valor de la
funcion en lugares supera cualquier valor finito especifica) [2]

La singularidad , como hemos discutido en este libro, no alcance niveles infinitos de
calculo , memoria o cualquier otro atributo mensurable. Pero, ciertamente, alcanza
grandes niveles de todas estas cualidades , como la inteligencia. Con la ingenieria
inversa del cerebro humano , podremos aplicar las paralelas, de auto-organizacion ,
algoritmos caoticos de la inteligencia humana a enormemente poderosos soportes
computacionales. Esta inteligencia estara entonces en condiciones de mejorar su

diseno, tanto de hardware como de software, en un proceso iterativo rapidamente
acelerado.
Pero aun asi parece que hay un limite. La capacidad del universo para apoyar la
inteligencia parece ser solo alrededor de 10^{90} operaciones por segundo , como ya
comente en el capitulo 6 . Existen teorias tales como el universo holografico que
sugieren la posibilidad de un mayor numero (por ejemplo, 10^{120}), pero estos niveles
son decididamente finito .
Por supuesto , la capacidad de una inteligencia como puede parecer infinita para
todos los efectos practicos en nuestro actual nivel de inteligencia. Un universo
saturado de inteligencia en 10^{90} cps seria un billon de billones de billones de billones
de billones de veces mas poderoso que todos los cerebros humanos biologicos en la
Tierra today.[3] Incluso un equipo de un kilogramo "en frio" tiene un potencial maximo
de 10^{42} cps , como he revisado en capitulo 3, que es diez mil billones (10^{16}) veces
mas poderoso que todos biologico humano brains.[4]
Dado el poder de la notacion exponencial , podemos evocar facilmente numeros mas
grandes , aunque nos falta la imaginacion para contemplar todas sus implicaciones.
Podemos imaginar la posibilidad de que nuestra inteligencia futura propagacion a
otros universos. Este escenario es concebible dada nuestra comprension actual de la
cosmologia , aunque especulativo. Esto podria permitir que nuestra inteligencia el
futuro para ir mas alla de cualquier limite . Si ganamos la capacidad de crear y
colonizar otros universos (y si hay una manera de hacer esto , la gran inteligencia de
nuestra civilizacion futura es probable que sea capaz de aprovechar la misma) ,
nuestra inteligencia seria en ultima instancia, ser capaz de superar cualquier nivel
finito especifico. Eso es exactamente lo que podemos decir con

singularidades en
funciones matematicas .
.De que manera el uso de la " singularidad" de la historia humana en comparacion
con el uso de la fisica ? La palabra fue tomada de la fisica matematica , que siempre
ha mostrado una tendencia a terminos antropomorficos (como el "encanto" y "
extrano " para los nombres de los quarks) . En la fisica "singularidad " se refiere
teoricamente a un punto de tamano cero con densidad infinita de masa y por tanto la
gravedad infinita.
Pero a causa de la incertidumbre cuantica no hay punto de densidad infinita real y
mecanica cuantica de hecho no permite valores infinitos.
Al igual que la singularidad como he discutido en este libro, una singularidad en la
fisica denota valores inimaginablemente grandes . Y el area de interes en la fisica no
es en realidad cero en tamano , sino que es un horizonte de eventos alrededor del
punto de singularidad teorica dentro de un agujero negro (que ni siquiera es negro) .
Dentro de las particulas horizonte de eventos y de energia , como la luz , no puede
escapar porque la gravedad es demasiado fuerte . Por lo tanto desde fuera del
horizonte de eventos , que no podemos ver facilmente dentro del horizonte de sucesos
con certeza.
Sin embargo , si parece haber una manera de ver el interior de un agujero negro , ya
que los agujeros negros emiten una lluvia de particulas . Pares particula -antiparticula
se crean cerca del horizonte de sucesos (como ocurre en todas partes en el espacio) ,
y para algunos de estos pares , uno de los dos se retiraron hacia el agujero negro ,
mientras que la otra se las arregla para escapar. Estas particulas que escapan forman
un resplandor llamada radiacion de Hawking , el nombre de su descubridor, Stephen
Hawking. El pensamiento actual es que esta radiacion no refleja

(de forma
codificada, y como resultado de una forma de entrelazamiento cuantico con las
particulas en el interior) lo que esta sucediendo en el interior del agujero negro .
Hawking inicialmente se resistio a esta explicacion , pero ahora parece estar de
acuerdo .
Asi , nos encontramos con el uso del termino " singularidad " en este libro que no es
menos apropiado que el despliegue de este termino por la comunidad de fisicos . Asi
como nos resulta dificil ver mas alla del horizonte de sucesos de un agujero negro ,
sino que tambien resulta dificil ver mas alla del horizonte de sucesos de la
Singularidad historica. .Como podemos nosotros, con nuestros cerebros cada uno
limitado a 10^{16} a 10^{19} cps , imaginemos lo que nuestra civilizacion futura , en 2099 ,
con sus 10^{60} cps sera capaz de pensar y hacer ?
Sin embargo , al igual que podemos sacar conclusiones acerca de la naturaleza de los
agujeros negros a traves de nuestro pensamiento conceptual, a pesar de nunca haber
sido en realidad dentro de una, nuestra forma de pensar hoy en dia es lo
suficientemente potente como para tener una perspectiva interesante sobre las
implicaciones de la Singularidad . Eso es lo que he tratado de hacer en este libro.

Centralidad Humanos.

Una opinion comun es que la ciencia ha sido constantemente corrigiendo nuestra
vision demasiado exagerada de nuestra propia importancia .
Stephen Jay Gould dijo:
" Las revoluciones cientificas mas importantes todas incluyen, como unica
caracteristica comun , el destronamiento de la arrogancia humana de un pedestal tras
otro de convicciones previas sobre nuestra centralidad en el cosmos . " [5]
Pero resulta que estamos en el centro, despues de todo. Nuestra capacidad de crear

modelos virtuales realidades en nuestro cerebro , en combinacion con los pulgares de
aspecto modesto , ha sido suficiente para dar paso a otra forma de la evolucion: la
tecnologia. Este desarrollo permitio la persistencia del ritmo acelerado que se inicio
con la evolucion biologica. Esto continuara hasta que el universo entero esta en
nuestras manos.

Recursos e Información de Contacto

Singularity.com

Nuevos desarrollos en los diversos campos tratados en este libro estan acumulando a
un ritmo acelerado . Para ayudar a mantener el ritmo , te invito a visitar
Singularity.com, donde encontrara

• Las noticias recientes
• Una compilacion de miles de historias de las noticias relevantes que se remonta a
2001 KurzweilAI.net (ver abajo)
• Cientos de articulos sobre temas relacionados de KurzweilAI.net
• Enlaces de investigacion
• Los datos y la citacion para todos los graficos
• El material de este libro
• Extractos de este libro
• notas Online

KurzweilAI.net

Tambien le invitamos a visitar nuestro sitio Web galardonado KurzweilAI.net , que
incluye mas de seiscientos articulos de mas de un centenar de "grandes pensadores"
(muchos de los cuales se citan en este libro), miles de articulos de noticias, listas de
eventos, y otras caracteristicas. En los ultimos seis meses, hemos tenido mas de un
millon de lectores . Memes sobre KurzweilAI.net incluyen:

• La Singularidad
• . Maquinas Hazte consciente?
• Vivir para siempre o .Como construir un cerebro
• Realidades virtuales
• Nanotecnologia
• Futuros peligrosos
• Visiones del Futuro
• Punto/Contrapunto

Puede suscribirse a nuestro e-newsletter gratuito (diaria o semanal) , poniendo su
direccion de correo electronico en la forma simple de una linea en la pagina principal
KurzweilAI.net . No compartimos su direccion de correo electronico con nadie.

Fantastic - Voyage.net y RayandTerry.com

Para aquellos de ustedes que quieran optimizar su salud hoy en dia , y para
maximizar sus posibilidades de vivir lo suficiente para presenciar y experimentar
realmente la Singularidad , visite Fantastic - Voyage.net y RayandTerry.com . He
desarrollado estos sitios con Terry Grossman , MD, mi colaborador salud y coautor
de Fantastic Voyage : vivir lo suficiente para vivir para siempre . Estos sitios
contienen una amplia informacion acerca de como mejorar su salud con el
conocimiento de hoy para que usted pueda estar en buena salud y animo cuando las
revoluciones de la biotecnologia y la nanotecnologia estan completamente maduros.

Ponerse en contacto con el autor:

Ray Kurzweil se puede llegar a **ray@singularity.com** .

ANEXO

La Ley de Aceleracion de Devoluciones Revisited

El siguiente analisis es la base de la comprension del cambio evolutivo como un
fenomeno doblemente exponencial (es decir, un crecimiento exponencial en los que
la tasa de crecimiento exponencial , el exponente - es en si creciendo
exponencialmente). Voy a describir aqui el crecimiento de la potencia de calculo ,
aunque las formulas son similares para otros aspectos de la evolucion , en especial los
procesos y las tecnologias basadas en la informacion , incluyendo el conocimiento de
la inteligencia humana , que es una fuente principal del software de la inteligencia.

Estamos preocupados con tres variables:

V : velocidad (es decir, potencia) de la computacion (medido en calculos por segundo

coste por unidad)
W : el conocimiento del mundo en lo que respecta al diseno y construccion de
dispositivos computacionales
t : Tiempo
Como un analisis de primer orden, se observa que el poder informatico es una
funcion lineal de **W**. Tambien observamos que **W** es acumulativo. Esto se basa en la
observacion de que los algoritmos de tecnologia pertinentes se acumulan de manera
incremental . En el caso del cerebro humano, por ejemplo , los psicologos
evolucionistas sostienen que el cerebro es un sistema de inteligencia masivamente
modular , desarrollado a traves del tiempo de manera gradual . Ademas, en este
modelo simple , el incremento instantaneo al conocimiento es proporcional a la
potencia computacional . Estas observaciones llevan a la conclusion de que el poder
computacional crece exponencialmente con el tiempo.
En otras palabras, la potencia de los ordenadores es una funcion lineal de los
conocimientos de como construir ordenadores . Esto es realmente una hipotesis
conservadora . En general, las innovaciones mejorar **V** por un multiplo, no de una
manera aditiva . Innovaciones independientes (cada uno representando un incremento
lineal de conocimiento) se multiplican los efectos de los otros . Por ejemplo, un
circuito de avance, tales como **CMOS** (semiconductor complementario de oxido
metalico), una metodologia mas eficiente **IC** cableado , un procesador de la
innovacion tales como la canalizacion, o una mejora algoritmica tales como la
transformada rapida de Fourier , todo aumento de **V** por multiplos independientes .
Como se ha senalado , nuestras observaciones iniciales son :
La velocidad de calculo es proporcional al conocimiento del mundo :
(1) $\mathbf{V = c_1 W}$
La tasa de cambio de conocimiento del mundo es proporcional a la

velocidad de la
computacion :
(2) $\mathbf{dW / dt = c_2 V}$
Sustituyendo (1) en (2) se obtiene :
(3) $\mathbf{dW / dt = c_1 c_2 W}$
La solucion a esto es :
(4) $\mathbf{W = W_0 e^{c_1 c_2 t}}$
y **W** crece exponencialmente con el tiempo (**e** es la base de los logaritmos naturales)
Los datos que he reunido muestra que hay un crecimiento exponencial de la tasa de
(exponente de) crecimiento exponencial (doblamos potencia de los ordenadores
cada tres anos a principios del siglo XX, y cada dos anos a mediados de siglo, y
estamos doblando que todos los anos ahora). El poder de crecimiento exponencial de
los resultados de la tecnologia en el crecimiento exponencial de la economia . Esto se
puede observar que se remonta por lo menos un siglo.
Curiosamente , las recesiones ,
como la Gran Depresion , se pueden modelar como un ciclo bastante debil en la parte
superior del crecimiento exponencial subyacente. En cada caso, la economia " vuelva
a encajar " a donde se habria tenido la recesion / depresion nunca existio en el primer
lugar . Podemos ver un crecimiento exponencial aun mas rapido en las industrias
especificas ligadas a las tecnologias de crecimiento exponencial , tales como la
industria informatica .
Si tenemos en cuenta el crecimiento exponencial de los recursos para computacion,
podemos ver la fuente para el segundo nivel de crecimiento exponencial.
Una vez mas, tenemos que:
(5) $\mathbf{V = C_1 W}$
Pero ahora se incluye el hecho de que los recursos utilizados para el calculo , N ,
tambien estan creciendo de manera exponencial :
(6) $\mathbf{N = c_3 e^{c4t}}$
La tasa de cambio de conocimiento del mundo es ahora proporcional al producto de

la velocidad de la computacion y los recursos empleados :
(7) **dW / dt = c_2 NV**
Sustituyendo (5) y (6) en (7) se obtiene:
(8) **dW / dt = $c_1 c_2 c_3 e^{c_4 t}$ W**
La solucion a esto es :
(9) **W = $W_0 \left(c_1 c_2 c_3 \right) e^{c_4 t}$**
c_4
y el conocimiento del mundo se acumula a un ritmo exponencial doble.
Ahora vamos a considerar algunos datos del mundo real. En el capitulo 3 , que estima
la capacidad computacional del cerebro humano , con base en los requisitos para la
simulacion funcional de todas las regiones del cerebro, que es aproximadamente
10^{16} cps . Simulacion de las no linealidades sobresalientes en todas las neuronas y la
conexion interneuronal requeriria un un nivel mas alto de la computacion : 10^{11}
neuronas veces una media de 10^3 conexiones por neurona (con los calculos que
tienen lugar principalmente en las conexiones) Tiempos 10^2 transacciones por
segundo Tiempos 10^3 calculos por transaccion - un total de aproximadamente 10^{19}
cps. El siguiente analisis asume el nivel de simulacion funcional (10^{16} cps).
Análisis de tres
Teniendo en cuenta los datos para calcular los dispositivos y ordenadores reales
durante el siglo XX :
Sea S = cps / $ 1K : calculos por segundo por $ 1.000.
Partidos de datos informaticos del siglo XX:
Si tenemos en cuenta que la economia crece de manera exponencial , sobre todo en lo
que respecta a los recursos disponibles para el calculo (ya cerca de un billon de
dolares por ano), podemos ver que la inteligencia no biologica sera miles de millones
de veces mas poderosa que la inteligencia biologica antes de mediados del siglo .
Podemos derivar el crecimiento exponencial doble de otra manera. He senalado mas
arriba que la tasa de adicion de conocimiento dW / dt) era al menos proporcional a

los conocimientos en cada punto en el tiempo . Esto es claramente conservador, dado
que muchas de las innovaciones (incrementos al conocimiento) tienen un efecto
multiplicativo en lugar de aditivo sobre la tasa de curso. Sin embargo , si tenemos una
tasa de crecimiento exponencial de la forma :
(10) **dW / dt = C** $_{w}$
donde C > 1 , este tiene la solucion :
que tiene un crecimiento logaritmico lenta, mientras que t < 1/lnC pero luego explota
cerca de la singularidad en t = 1/lnC .
Incluso los modestos dW / dt = W2 resultados en una singularidad . En efecto, cualquier formula con una tasa de crecimiento de ley de potencia de la
forma:
donde a> 1 , conduce a una solucion con una singularidad :
en el momento T. Cuanto mayor sea el valor de una , mas cerca de la singularidad .
Mi opinion es que es dificil imaginar que el conocimiento infinito , dados los recursos
aparentemente limitados de la materia y la energia, y las tendencias a la fecha
coincida con un proceso exponencial doble. El termino adicional (al W) parece ser
de la forma W ° log (W) . Este termino describe un efecto de red . Si tenemos una
red como Internet , el efecto o el valor razonable puede ser demostrado ser
proporcional al n ° log (n), donde n es el numero de nodos. Cada nodo (usuario) los
beneficios , por lo que esto explica el n multiplicador. El valor para cada usuario (a
cada nodo) = log (n) . Bob Metcalfe (inventor de Ethernet) ha postulado el valor de
una red de n nodos ° c = n2 , pero esto esta exagerado . Si la Internet se duplica en
tamano, su valor para mi se incrementa pero no cumple una doble . Se puede
demostrar que una estimacion razonable es que el valor de una red a cada usuario es
proporcional al logaritmo del tamano de la red . Por lo tanto , su valor global es
proporcional a n ° de registro (N) .

Si la tasa de crecimiento en lugar incluye un efecto de red logaritmica , se obtiene una
ecuacion para la tasa de cambio que se da por
La solucion a esto es una doble exponencial , lo que hemos visto en los datos de:
(15) W = exp (y)

Notas

Prólogo: El Poder de las Ideas

1 . Mi madre es una artista de talento especializado en pinturas de acuarela . Mi padre
era un musico ha senalado, conductor de la Campana de la Sinfonica , fundador y ex
presidente de la Universidad Departamento de Musica Queensborough .

2 . El Tom Swift serie Jr. , que fue lanzado en 1954 por Grosset y Dunlap y escrito
por una serie de autores bajo el seudonimo Victor Appleton, continuo hasta 1971 . El
adolescente Tom Swift , junto con su amigo Bud Barclay, corrio por el universo a
explorar lugares extranos , los malos conquistadores , y el uso de aparatos exoticos
como la nave espacial del tamano de casas , una estacion espacial , un laboratorio de
vuelo, un cycloplane , un hydrolung electrica, un seacopter buceo y un repellatron
(que repelio las cosas, bajo el agua , por ejemplo , seria repeler el agua , formando
una burbuja en la que los ninos podian vivir) .
Los nueve primeros libros de la serie son Tom Swift y su Flying Lab (1954) , Tom
Swift y su Jetmarine (1954) , Tom Swift y su nave Rocket (1954) , Tom Swift y su
robot gigante (1954) , Tom Swift y Su Blaster Tierra Atomica (1954) , Tom Swift y
su puesto avanzado en el espacio (1955) , Tom Swift y su buceo Seacopter (1956) ,
Tom Swift en las Cuevas del Fuego Nuclear (1956) y Tom Swift en el satelite
Phantom (1956) .

3 . El programa se llama Select. Los estudiantes completaron un cuestionario de
trescientos articulo. El software , que contiene una base de datos de cerca de dos

millones de piezas de informacion sobre los tres mil colegios , selecciona seis hasta
quince colegios que coincidan con los intereses del estudiante , el fondo y la situacion
academica. Se procesaron alrededor de diez mil estudiantes en nuestra cuenta y luego
vendio el programa a la editorial Harcourt , Brace y World .
4 . La era de las maquinas inteligentes , publicado en 1990 por el MIT Press, fue
nombrado mejor libro Informatica por la Asociacion de Editores de Estados Unidos .
El libro explora el desarrollo de la inteligencia artificial y se preve una serie de
impactos filosoficas , sociales y economicos de las maquinas inteligentes . La
narracion se complementa con veintitres articulos en AI de pensadores como Sherry
Turkle , Douglas Hofstadter , Marvin Minsky , Seymour Papert y George Gilder .
Para el texto completo del libro , ver http://www.KurzweilAI.net/aim .
5 . Las medidas clave de la capacidad (como el precio - rendimiento, ancho de banda,
y la capacidad) aumento por multiplos (es decir, las medidas se multiplican por un
factor para cada incremento de tiempo) en lugar de ser anadido a linealmente .
6 . Douglas R. Hofstadter , Godel , Escher , Bach : un Eterno Trenza de Oro (Nueva
York: Basic Books , 1979) .

Capítulo uno: Los Seis Épocas

1 . Segun el sitio Transtopia (http://transtopia.org/faq.html # 1.11) " Singularitarian "
era " originalmente definido por Mark Plus (91) en el sentido de " el que cree que el
concepto de singularidad . " Otra definicion de este termino es " activista de
Singularity "o" amigo de la singularidad " , es decir, aquel que actua con el fin de
lograr una Singularity [Marcos Plus , 1991 , Principios Singularitarian , Eliezer
Yudkowsky , 2000] . "No hay acuerdo universal sobre la definicion, y muchos
transhumanistas son todavia Singularitarians en el sentido original , es decir, " " creen

en el concepto de singularidad " en lugar de "activistas " o "amigos .
Eliezer S. Yudkowsky , en los Principios Singularitarian , version 1.0.2 (1 de enero de
2000) , http://yudkowsky.net/sing/principles.ext.html , propuso una definicion
alternativa : " A Singularitarian es alguien que cree que creando tecnologicamente
una inteligencia mayor que la humana es deseable, y que trabaja para ello . a
Singularitarian es amigo, abogado, defensor , y el agente del futuro conocido como
Singularity ".
Mi opinion : se puede avanzar en la singularidad y en particular que sea mas probable
que represente un avance constructivo del conocimiento de muchas maneras y en
muchos ambitos de discurso humano, por ejemplo, promover la democracia, la lucha
contra los sistemas de creencias e ideologias totalitarias y fundamentalistas , y la
creacion de conocimiento en todas sus diversas formas: la music, el arte, la literatura,
la ciencia y la tecnologia. Me considero una Singularitarian como alguien que
entiende las transformaciones que estan llegando en este siglo y que ha reflexionado
sobre sus implicaciones para su propia vida.
2 . Vamos a examinar las tasas de duplicacion de computo en el siguiente capitulo .
Aunque el numero de transistores por unidad de costo se ha duplicado cada dos anos ,
los transistores han estado recibiendo cada vez mas rapido, y ha habido muchos otros
niveles de innovacion y mejora. La potencia total del calculo del coste unitario ha
sido recientemente duplica cada ano . En particular, la cantidad de calculo (en los
calculos por segundo) que puede ser ejercida a una maquina de ajedrez por
computadora se duplico cada ano durante la decada de 1990 .
3 . John von Neumann, parafraseado por Stanislaw Ulam, " Homenaje a John von
Neumann, " Boletin de la American Mathematical Society 64.3, pt. 2

(mayo de
1958) : 1-49 . Von Neumann (1903-1957) nacio en Budapest en una familia de
banqueros judios y llego a la Universidad de Princeton para ensenar matematicas en
1930. En 1933 se convirtio en uno de los seis profesores originales en el nuevo
Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, donde permanecio hasta el final de su
vida. Sus intereses eran muy HASTA : era la fuerza principal en la definicion del
nuevo campo de la mecanica cuantica , junto con Oskar Morgenstern coautor ,
escribio la Teoria de Juegos y Comportamiento Economico , un texto que transformo
el estudio de la economia , y que hizo importantes contribuciones a la el diseno
logico de los primeros ordenadores , como MANIAC edificio (Analizador
Matematicas, Numeral Integrator and Computer) a finales de 1930 .
Asi es como Oskar Morgenstern describe von Neumann en el obituario "John von
Neumann , 1903-1957 ", en el Economic Journal (marzo 1958: 174) : " Von
Neumann ejerce una inusual gran influencia en el pensamiento de otros hombres en
sus relaciones personales .... Su conocimiento estupenda , la respuesta inmediata , la
intuicion sin precedentes celebrada visitantes en el temor. A menudo resolver sus
problemas antes de que hubieran terminado declarando ellos. Su mente era tan unico
que algunos han preguntado "a si mismos - ellos tambien eminentes cientificos -ya no
representaba una nueva etapa en el desarrollo mental humano.
4 . Veanse las notas 20 y 21 , en el capitulo 2 .
5 . La conferencia se llevo a cabo 19 a 21 febrero 2003 , en Monterey , California.
Entre los temas cubiertos fueron la investigacion con celulas madre , la
biotecnologia , la nanotecnologia , la clonacion y los alimentos modificados
geneticamente. Para obtener una lista de libros recomendados por

los oradores de la
conferencia , ver http://www.thefutureoflife.com/books.htm .
6 . La Internet , tal como se mide por el numero de nodos
(servidores) , se duplica
cada ano durante el 1980, pero fue solo decenas de miles de nodos en 1985. Esto
crecio a decenas de millones de nodos por 1995 . En enero de 2003, el Internet
Software Consortium (http://www.isc.org/ds/host-count
history.html) conto 172
millones de servidores de Internet , que son los servidores que alojan sitios Web. Ese
numero representa solo un subconjunto del numero total de nodos .
7 . A nivel mas amplio , el principio antropico establece que las constantes
fundamentales de la fisica deben ser compatibles con nuestra existencia , y si no fuera
asi, no estariamos aqui para observarlas. Uno de los catalizadores para el desarrollo
del principio es el estudio de las constantes , tales como la constante de gravitacion y
la constante de acoplamiento electromagnetico . Si los valores de estas constantes
debian alejarse mas alla de un rango muy estrecho, la vida inteligente no seria posible
en nuestro universo. Por ejemplo , si la constante de acoplamiento electromagnetico
eran mas fuertes , no habria ninguna union entre los electrones y los otros atomos . Si
fuera mas debil , los electrones no podrian llevarse a cabo en orbita. En otras palabras
, si esta sola constante se desvio fuera de un rango muy estrecho , moleculas serian no
formar . Nuestro universo, entonces , parece que los proponentes del principio
antropico que ser ajustado para la evolucion de la vida inteligente. (Los detractores
como Victor Stenger afirman que el ajuste no es tan buena despues de todo, hay
mecanismos compensatorios que apoyarian una ventana mas amplia de por vida para
formar en condiciones diferentes.)
El principio antropico viene de nuevo en el contexto de las teorias de la cosmologia

contemporaneas que postulan multiples universos (veanse notas 8 y 9, abajo) , cada
uno con su propio conjunto de leyes. Solo en un universo en el que las leyes permiten
que existan seres pensantes que podrian estar aqui haciendo estas preguntas .
Uno de los textos fundamentales de la discusion es John Barrow y Frank Tipler , El
Principio Cosmologico Antropico (Nueva York: Oxford University Press, 1988) .
Vease tambien Steven Weinberg, " A Universe Designer ? " en
http://www.physlink.coml Educacion / essay_weinberg.cfm .
8 . Segun algunas teorias cosmologicas , habia varios grandes explosiones , no uno ,
dando lugar a multiples universos paralelos (multiversos o " burbujas ") . Las
diferentes constantes fisicas y fuerzas se aplican en los diferentes burbujas ;
condiciones en algunos (o al menos una) de estas burbujas apoyan la vida a base de
carbono . Ver Max Tegmark , " Universos paralelos ", Scientific American (mayo de
2003) : 41-53 , Martin Rees , "Exploracion de Nuestro Universo y otros, " Scientific
American (diciembre de 1999) : 78-83 ; Andrei Linde, " La auto-reproduce Universo
inflacionario , " Scientific American (noviembre de 1994) : 48-55 .
9 . Los " muchos mundos" o la teoria del multiverso como una interpretacion de la
mecanica cuantica fue desarrollada para resolver un problema planteado por la
mecanica cuantica y se ha combinado con el principio antropico . Segun el resumen
de Quentin Smith :
Una dificultad seria asociada con la interpretacion convencional o de Copenhague de
la mecanica cuantica es que no se puede aplicar a la geometria general de la
relatividad espacio-tiempo de un universo cerrado . Un estado cuantico de un
universo tal se puede describir como una funcion de onda con amplitud variable
espacial-temporal , la probabilidad de que el estado del universo de ser encontrado en

cualquier punto dado es el cuadrado de la amplitud de la funcion de onda en ese
punto. Para que el universo para hacer la transicion de la superposicion de muchos
puntos de diferentes probabilidades a uno de estos puntos - la una en la que lo que
realmente es - un aparato de medicion debe ser introducido que colapsa la funcion de
onda y determina el universo de estar en ese punto. Pero esto es imposible, porque no
hay nada fuera del universo , ningun aparato de medicion externo, que puede colapsar
la funcion de onda .
Una posible solucion es el desarrollo de una interpretacion de la mecanica cuantica
que no se basa en la nocion de la observacion externa o medicion que es central para
la interpretacion de Copenhague . A la mecanica cuantica se pueden formular que es
interna a un sistema cerrado .
Es una interpretacion tal que Hugh Everett desarrollo en su articulo de 1957,
"Formulacion relativa Estado de la mecanica cuantica. " Cada punto en la
superposicion representada por la funcion de onda se considera que contiene
realmente un estado del observador (o aparato de medida) y un estado del sistema
que esta siendo observado . Asi, " a cada observacion siguiente (o interaccion) , '
ramas ' el estado de observador en un numero de estados diferentes. Cada rama
representa un resultado diferente de la medicion y el estado propio correspondiente
para el estado del objeto - sistema . Existen todas las ramas simultaneamente en la
superposicion despues de cualquier secuencia dada de observaciones " .
Cada rama es causalmente independiente de cada otra rama , y, en consecuencia
ningun observador volvera a ser consciente de cualquier proceso de " dividir " . El
mundo se parece cada observador como lo hace , de hecho, parece .

Aplicado al universo como un todo , esto significa que el universo se divide
regularmente en numerosos diferentes y causalmente independiente de las ramas ,
como consecuencia de la interaccion de medida - como entre sus diferentes partes .
Cada rama puede ser considerado como un mundo separado , con cada mundo
constantemente division en mas mundos .
Dado que estas ramas - el conjunto de universos - se incluyen tanto los adecuados y
no adecuados para la vida , Smith continua: " En este punto se puede decir como se
puede utilizar el principio antropico fuerte en combinacion con la interpretacion de
muchos mundos de la mecanica cuantica en un intento de resolver el problema
aparente mencionado al comienzo de este ensayo . El hecho aparentemente
problematico que un mundo con vida inteligente es real , en lugar de uno de los
muchos mundos sin vida , se encontraron para no ser un hecho en absoluto. Si
mundos con vida y sin vida son tanto reales , entonces no es de extranar que este
mundo es real, pero es algo de esperar " .
Quentin Smith, "El Principio Antropico y muchos mundos cosmologias , "
Australasian Journal of Philosophy 63,3 (septiembre de 1985) , disponible en
http://www.qsmithwmu.com/the_anthropic_ principle_and_many - worlds_cosmologies.htm .
10 . Vea el capitulo 4 para una discusion completa de los principios de autoorganizacion
del cerebro y la relacion de este principio de funcionamiento de reconocimiento de patrones.
11 . Con una trama " lineal " (donde todas las divisiones grafico son iguales) , seria
imposible de visualizar todos los datos (por ejemplo, miles de millones de anos) en
un espacio limitado (por ejemplo, una pagina de este libro). Un grafico logaritmico
("log") resuelve que trazando el orden de magnitud de los valores en lugar de los

valores reales , lo que permite ver un mayor numero de datos.
12 . Theodore Modis , profesor DUXX , Escuela de Graduados en Liderazgo
Empresarial en Monterrey, Mexico , trato de desarrollar una "ley matematica precisa
que rige la evolucion del cambio y la complejidad en el Universo. " Para investigar la
estructura y la historia de estos cambios , se requiere un conjunto de datos de analisis
conjunto de hechos significativos en los hechos equivalen a un cambio importante.
No queria que confiar unicamente en su propia lista, debido al sesgo de seleccion. En
cambio, el compilo trece varias listas independientes de los principales
acontecimientos de la historia de la biologia y la tecnologia de estas fuentes :
Carl Sagan , Los Dragones del Eden : Especulaciones sobre la evolucion de la
inteligencia humana (New York: Ballantine Books , 1989) . Fechas exactas
proporcionadas por Modis . Museo Americano de Historia Natural. Fechas exactas
proporcionadas por Modis .
El conjunto de datos "acontecimientos importantes en la historia de la vida " de la
Encyclopaedia Britannica . Recursos Educativos de Astronomia y Ciencias
Planetarias (ERAPS), Universidad de Arizona,
http://ethel.as.arizona.edu/ ~
collins/astro/subiects/evolve-26.html .
Paul D. Boyer , bioquimico , ganador del Premio Nobel 1997 , comunicacion
privada . Fechas exactas proporcionadas por Modis .
JD Barrow y J. Silk , "La estructura del Universo temprano , " Scientific American
242,4 (abril 1980) : 118-28 .
J. Heidmann , Odisea Cosmica: Observatoir de Paris , trad. Simon Mitton
(Cambridge , Reino Unido : Cambridge University Press, 1989) .
J.W. . Schopf , ed , los principales acontecimientos de la historia de la vida , simposio
convocado por el Centro de IGPP para el Estudio de la Evolucion y el Origen de la

Vida, 1991 (Boston : Jones and Bartlett , 1991) .
Phillip Tobias , " Principales acontecimientos en la historia de la humanidad ", cap. 6
en Schopf , Grandes Eventos en la Historia de la Vida.
David Nelson, "Conferencia sobre la Evolucion Molecular I, "
http://drnelson.utmem.edu/evolution.html y " Lecture Notes para Evolution II ",
http://drnelson.utmem.edu/evolution2.html .
G. Burenhult , ed , los primeros humanos : . Origenes Humanos e Historia de 10,000
BC (San Francisco : Harper San Francisco , 1993) .
D. Johanson y B. Edgar , De Lucy al Lenguaje (New York: Simon & Schuster, 1996)
R. Coren , la trayectoria evolutiva : El crecimiento de la informacion en la historia y
el futuro de Tierra, futuros estudios de evolucion general del mundo (Amsterdam :
Gordon and Breach, 1998) .
Estas listas actualizadas de los anos 1980 y 1990 , con la mayoria que cubre la
historia conocida del universo , mientras que tres se centran en el periodo mas
estrecho de la evolucion de los hominidos . Las fechas utilizadas por algunas de las
listas de mas edad son imprecisos , pero son los propios acontecimientos , y las
ubicaciones relativas de estos acontecimientos en la historia , que son de interes
primario.
Modis luego combina estas listas para encontrar grupos de grandes eventos, sus
"hitos canonicos ". Esto resulto en 28 etapas canonicas de los hitos 203 en las listas.
Modis tambien utilizo otra lista independiente por parte de Coren como un control
para ver si se corrobora sus metodos. Ver T. Modis , " La prediccion del crecimiento
de la complejidad y el cambio ", Prevision tecnologica y cambio social 69,4 (2002) ;
http://ourworld.compuserve.com/homepages/tmodis/TedWEB.htm .
13 . Modis senala que los errores pueden surgir de las variaciones en el tamano de las
listas y de las variaciones en las fechas asignadas a los eventos (ver T. Modis , " Los

limites de la complejidad y el cambio , " The Futurist [mayo - junio de 2003] ,
http://ourworld .compuserve.com / homepage / tmodis / Futurist.pdf) . Asi que utiliza
conjuntos de fechas para definir sus metas canonicos. Un hito representa un margen,
con errores conocidos supone que la desviacion estandar. Para eventos sin multiples
fuentes , que " arbitrariamente asignar [o] el error medio como un error . " Modis
tambien senala otras fuentes de error - los casos en que las fechas exactas son
desconocidas o cuando exista la posibilidad de asuncion inadecuado de igual
importancia para cada punto de datos - que no estan atrapados en la desviacion
estandar.
Tenga en cuenta que la fecha de Modis de hace 54.600.000 anos para la extincion de
los dinosaurios no es lo suficientemente lejos .
14 . Los tiempos de restablecimiento interneuronales tipicos son del orden de cinco
milisegundos , lo que permite doscientos transacciones digitales - analogicos
controlados por segundo . Incluso teniendo en cuenta multiples no linealidades en el
procesamiento neuronal de la informacion , esto es del orden de un millon de veces
mas lentos que los circuitos electronicos actuales , que pueden cambiar en menos de
un nanosegundo (ver el analisis de la capacidad computacional en el capitulo 2) .
15 . Un nuevo analisis por Alamos investigadores del Laboratorio Nacional de Los de
las concentraciones relativas de los isotopos radiactivos en solo conocida reactor
nuclear natural en el mundo (en Oklo en Gabon , Africa Occidental) ha encontrado
una disminucion en la constante de estructura fina , o alfa (la velocidad de la luz es
inversamente proporcional a la alfa), mas de dos millones de anos. Esto se traduce en
un ligero aumento de la velocidad de la luz , aunque necesita claramente esta

conclusion por confirmar . Consulte " Velocidad de la Luz puede haber cambiado
recientemente , " New Scientist , 30 de junio de 2004,
http://www.newscientist.comlnews/news.jsp?id=ns99996092 . Vease tambien
http://www.sciencedaily.com/releases/2005/05/050512120842.htm .
16 . Stephen Hawking declaro en una conferencia cientifica en Dublin el 21 de julio
de 2004, que se habia equivocado en una afirmacion controversial que hizo hace
treinta anos sobre los agujeros negros . Habia dicho la informacion acerca de lo que
habia sido tragado por un agujero negro nunca se pudo recuperar de ella. Este habria
sido una violacion de la teoria cuantica , que dice que la informacion se conserva.
"Lamento decepcionar a los fans de la ciencia ficcion , pero si se conserva la
informacion no hay posibilidad de usar los agujeros negros para viajar a otros
universos ", dijo . " Si usted salta en un agujero negro , su masa y energia sera
devuelta a nuestro universo , pero en una forma mutilada , que contiene la
informacion sobre como eras , pero en un estado irreconocible. " Ver Dennis Overbye
, " Sobre esos agujeros negros temibles ? Never Mind ", New York Times, 22 de julio
de 2004.
17 . Un horizonte de sucesos es el limite exterior o perimetro de una region esferica
que rodea la singularidad (en el centro del agujero negro , que se caracteriza por la
infinita densidad y presion) . En el interior del horizonte de sucesos , los efectos de la
gravedad son tan fuertes que ni siquiera la luz puede escapar , aunque no es la
radiacion que emerge de la superficie debido a los efectos cuanticos que causan pares
particula-antiparticula que forman , con uno de los pares que se tira en el negro
agujero y el otro siendo emitidos en forma de radiacion (llamada radiacion de
Hawking) . Esta es la razon por la que estas regiones son llamados

"agujeros negros
", un termino inventado por el profesor John Wheeler. Aunque los agujeros negros se
predijo originalmente por el astrofisico aleman Kurt Schwarzschild en 1916 sobre la
base de la teoria de la relatividad general , su existencia en los centros de las galaxias
de Einstein solo recientemente se ha demostrado experimentalmente. Para mayor
informacion , consulte Kimberly Weaver, " La extrana pareja galactica ",
http://www.scientificamerican.com . 10 de junio 2003 , Jean -Pierre Lasota , "
Desenmascarando los agujeros negros ", Scientific American (mayo de 1999): 41-47;
Stephen Hawking , Breve Historia del Tiempo : Del Big Bang a los Agujeros Negros
(Nueva York: Bantam, 1988) .
18 . Joel Smoller y el Templo de Blake, "Shock -Wave Cosmologia Dentro de un
Agujero Negro ", Actas de la Academia Nacional de Ciencias de 100,20 (30 de
septiembre , 2003) : 11216-18 .
19 . Vernor Vinge , " primera palabra " Omni (enero de 1983) : 10 .
20 . Ray Kurzweil , La era de las maquinas inteligentes (Cambridge , Mass.: MIT
Press, 1989) .
21 . Hans Moravec , mente infantil : el futuro del robot y la Inteligencia Humana
(Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1988) .
22 . Vernor Vinge , " La Singularidad Tecnologica Venida : Como sobrevivir en la era
Post- Human , " VISION- 21 simposio , patrocinado por el Centro de Investigacion
NASA Lewis y el Instituto Aeroespacial de Ohio, en marzo de 1993. El texto esta
disponible en http://www.KurzweiW.net/vingesing .
23 . Ray Kurzweil , La era de las maquinas espirituales : Cuando los equipos de
Sobres Inteligencia Humana (NewYork : Viking, 1999) .
24 . Hans Moravec , Robot : Mere Machine to Mind Trascendente (Nueva York:
Oxford University Press, 1999) .
25 . Damien Broderick, dos obras : El Pico : Acelerando hacia el

futuro inimaginable
(Sydney , Australia : Reed Books, 1997) y El Pico : como nuestras vidas estan siendo
transformadas por el rapido avance de las tecnologias , rev . ed.
(Nueva York : Tor /
Forge , 2001) .
26 . Una de las descripciones de John inteligentes, ".Cual es la singularidad", se
puede encontrar en http://www.KurzweilAI.net/meme/frame.html?
main=/articles/art0133.html , para una coleccion de los escritos de John inteligentes
en la aceleracion de la tecnologia, la singularidad , y las cuestiones conexas , ver
http://www.singularitywatch.com y http://www.Accelerating.org .
John Smart ejecuta la conferencia "Cambio Acelerado " , que abarca temas
relacionados con la "inteligencia artificial y la amplificacion de la inteligencia. " Ver
http://www.accelerating.org/ac2005/index.html .
27 . Una emulacion del cerebro humano que se ejecuta en un sistema electronico
corria mucho mas rapido que nuestros cerebros biologicos . Aunque los cerebros
humanos se benefician de paralelismo masivo (del orden de cien billones de
conexiones interneuronales , todos potencialmente operando simultaneamente) , el
tiempo de reposicion de las conexiones es demasiado lenta en comparacion con la
electronica contemporanea.
28 . Veanse las notas 20 y 21 , en el capitulo 2 .
29 . Ver el apendice, "La Ley de Aceleracion de Devoluciones Revisited ", para un
analisis matematico del crecimiento exponencial de la tecnologia de la informacion
que se aplica a la relacion precio- rendimiento de la computacion .
30 . En un documento de 1950 publicado en la mente : una revision trimestral de
Psicologia y Filosofia , el teorico equipo Alan Turing planteo las famosas preguntas "
.Pueden pensar en una maquina Si un equipo se le ocurrio , .como podemos saberlo?
" La respuesta a la segunda pregunta es la prueba de Turing . Como se define

actualmente la prueba, un comite de expertos interroga a un corresponsal remoto en
una amplia gama de temas como el amor , la actualidad , las matematicas , la filosofia
y la historia personal del destinatario para determinar si el interlocutor es un equipo o
un ser humano. La prueba de Turing esta pensado como una medida de la inteligencia
humana , la no aprobacion de la prueba no implica una falta de inteligencia. El
articulo original de Turing se puede encontrar en
http://www.abelard.org/turpap/turpap.htm . ;
vease tambien la Enciclopedia Stanford de Filosofia
http://plato.stanford.edu/entries/turing-test , para una discusion de la prueba.
No hay un conjunto de trucos o algoritmos que permitan una maquina para pasar una
prueba de Turing bien disenado sin tener que poseer la inteligencia a un nivel
completamente humano . Vease tambien Ray Kurzweil , " una apuesta por el Test de
Turing : .Por que creo que ganare ",
http://www.KurzweilAI.net/turingwin .
31 . Ver John H. Byrne, " Propagacion del potencial de accion , " Neurociencia
Online , https://oac22.hsc.uth.tmc.edu/courses/nba/s1/i3-1.html : " La velocidad de
propagacion de la accion potenciales en los nervios pueden variar de 100 metros por
segundo (580 millas por hora) a menos de una decima parte de un metro por
segundo (0,6 millas por hora) " .
Vease tambien Kenneth R. Koehler , " El potencial de accion , "
http://www.rwc.uc.edu/koehler/biophys/4d.html: "La velocidad de propagacion de las
neuronas motoras de mamiferos es 10 a 120 m / s , mientras que para las neuronas
sensoriales amielinico es aproximadamente 5-25 m / s (amielinico fuego neuronas de
una manera continua , sin los saltos ; fuga de iones permite efectivamente circuitos
completos pero ralentiza la velocidad de propagacion). "
32 . Un estudio de 2002 publicado en Science pone de relieve el papel de la proteina

beta - catenina en la expansion horizontal de la corteza cerebral en los seres
humanos . Esta proteina juega un papel clave en el plegamiento y el ranurado de la
superficie de la corteza cerebral , es este plegado , de hecho, que aumenta el area
superficial de esta parte del cerebro y hace espacio para mas neuronas . Los ratones
que producen en exceso la proteina desarrollaron arrugadas cortezas cerebrales ,
doblado sustancialmente con mas superficie que las cortezas cerebrales lisas y planas
de los ratones de control. Anjen Chenn y Christopher Walsh, " Reglamento de
Tamano cortical cerebral mediante el control del ciclo celular Salir de precursores
neuronales, " Science 297 (julio 2002) : 365-69 .
Una comparacion de los perfiles de expresion de genes de la corteza cerebral - para
los seres humanos , chimpances y macacos rhesus 2003 mostro una diferencia de
expresion en solo noventa y un genes asociados con la organizacion del cerebro y la
cognicion . Los autores del estudio se sorprendieron al encontrar que el 90 por ciento
de estas diferencias implicada la regulacion positiva (mayor actividad) . . Vease M.
Cacares et al, " elevados niveles de expresion genica Distinguir Humanos de los
cerebros de primates no humanos", Actas de la Academia Nacional de Ciencias de
100.22 (28 de octubre , 2003) : 13030-35 .
Sin embargo , la Universidad de California- Irvine Facultad de Medicina de los
investigadores han descubierto que la materia gris en regiones especificas del cerebro
esta mas relacionado con el coeficiente intelectual que es el tamano del cerebro en
general y que solo el 6 por ciento de toda la materia gris en el cerebro parece estar
relacionado con el coeficiente intelectual . El estudio tambien descubrio que, debido a
estas regiones relacionadas con la inteligencia se encuentran en todo el cerebro, un "

centro de inteligencia", como el lobulo frontal, es poco probable. Ver "La inteligencia
humana dependen del volumen y localizacion del tejido Gray Matter en el cerebro , "
University of California -Irvine noticias
Comunicado (19 de julio de 2004) ,
http://today.uci.edu/news/release_detail.asp?
key=1187 .
Un estudio de 2004 encontro que los genes del sistema nervioso humano muestran la
evolucion acelerada en comparacion con los primates no humanos y que todos los
primates habian acelerado la evolucion en comparacion con otros mamiferos. . Steve
Dorus et al, " acelerada evolucion de los genes del sistema nervioso en el origen del
Homo sapiens , " Celda 119 (29 de diciembre 2004): 1027-1040 . En la descripcion
de este hallazgo , el investigador principal , Bruce Lahn , afirma: " Los seres
humanos evolucionaron sus capacidades cognitivas no se debe a unas pocas
mutaciones accidentales , sino mas bien de un gran numero de mutaciones adquiridas
mediante excepcionalmente intensa seleccion a favor de las habilidades cognitivas
mas complejas. " Catalina Gianaro de la Universidad de Chicago Chronicle 24,7 (6
de enero de 2005).
Una sola mutacion para el gen MYH16 de la fibra muscular se ha propuesto como un
cambio que permite a los seres humanos tienen cerebros mucho mas grandes . La
mutacion hace mandibulas humanos ancestrales ' mas debil , por lo que los humanos
no exigen que las limitantes anclajes musculares cerebro de tamano se encuentran en
otros grandes simios. Stedman et al. , " La miosina mutacion genetica se correlaciona
con cambios anatomicos en el linaje humano , " Naturaleza 428 (25 de marzo , 2004):
415-18 .
33 . Robert A. Freitas Jr. , " Diseno exploratorio en nanotecnologia medica: un

telefono Mecanica Artificial Red , " celulas artificiales , sustitutos de la sangre , y
Immobil . Biotech. 26 (1998) : 411-30 ;
http://www.foresight.org/Nanomedicine/Respirocytes.html , vease tambien las
imagenes de la galeria de arte Nanomedicina
(http://www.foresight.org/Nanomedicine/Gallery/Species/Respirocytes . html) y
animacion premiado
(http://www.phleschbubble.com/album/beyondhuman/respirocyte01 .htm) de los
respirocitos .
34 . Foglets son la concepcion de la nanotecnologia pionero y Rutgers profesor J.
Storrs Hall. He aqui un fragmento de su descripcion : "La nanotecnologia se basa en
el concepto de pequenos robots , autorreplicantes The Fog Utility es una simple
extension de la idea : . Supongamos, en lugar de construir el objeto que desea atomo
por atomo, la pequena robots [foglets] vinculado sus brazos para formar una masa
solida en la forma del objeto que buscaba? Entonces, cuando usted se canso de esa
mesa de centro de vanguardia, los robots podrian simplemente cambiar un poco y
usted tendria una elegante Queen Anne pieza en su lugar " . J. Storrs Hall, " .Que
quiero ser cuando sea mayor , es una nube ", Extropy Quarters , 3 y 4 , 1994 .
Publicado el KurzweilAI.net 06 de julio 2001 :
http://www.KurzweilAI.net/foglets .
Ver tambien J. Storrs Hall, " Niebla Utilidad: La materia que los suenos estan hechos,
" en Nanotecnologia : Especulaciones Molecular en la abundancia global , BC
Crandall , ed. (Cambridge , Mass.: MIT Press, 1996) . Publicado el KurzweilAI.net
05 de julio 2001 : http://www.KurzweilAI.net/utilityfog .
35 . Sherry Turkle , ed , " objetos evocadores : cosas que pensamos Con " .
Proximos .
36 . Consulte la seccion " El crecimiento exponencial de la computacion " figura en

el capitulo 2 (p, 70) . Proyectando el crecimiento exponencial doble del preciorendimiento
de la computacion para el final del siglo XXI , por un valor de computo
de mil dolares proporcionara 1.060 calculos por segundo (cps) . Como veremos en
el capitulo 2 , tres analisis diferentes de la cantidad de computacion necesaria para
emular el resultado funcional del cerebro humano en una estimacion de 1.015 cps .
Una estimacion mas conservadora , que supone que sera necesario para simular todo
de las no linealidades en todas las sinapsis y dendritas , resulta en una estimacion de
1.019 cps para emulacion de neuromorficos del cerebro humano . Incluso tomando la
cifra mas conservadora , obtenemos una cifra de 1.029 cps a los aproximadamente
1010 seres humanos . Por lo tanto , los 1060 cps que se pueden comprar por mil
dolares alrededor del ano 2099 se representan 1031 (diez millones de billones de
billones de dolares) las civilizaciones humanas .
37 . La invencion del telar mecanico y de las otras maquinas de automatizacion textil
de principios del siglo XVIII, destruyo los medios de vida de la industria artesanal de
los tejedores ingleses, que habian pasado por las empresas familiares estables durante
cientos de anos . El poder economico pasa de las familias que tejen a los propietarios
de las maquinas. Segun cuenta la leyenda , un joven y debil mental llamado Ned
Ludd rompio dos maquinas de la fabrica textil por pura torpeza. A partir de entonces ,
cada vez que se encontro el equipo de fabrica de misteriosamente han sido danados ,
cualquier sospechoso de un crimen seria decir: " Pero Ned Ludd lo hizo. " En 1812
los tejedores desesperadas formaron una sociedad secreta , un ejercito de guerrilla
urbana . Ellos hicieron las amenazas y exigencias de los duenos de fabricas , muchos
de los cuales cumplieron . Cuando se le pregunto quien era su

lider , contestaron , "
.Por que , el general Ned Ludd , por supuesto. " Aunque los luditas , que llegaron a
ser conocidos , inicialmente dirigidas la mayor parte de su violencia contra las
maquinas , una serie de enfrentamientos sangrientos estallo ese mismo ano. La
tolerancia del gobierno conservador de los luditas termino , y el movimiento se
disolvio con el encarcelamiento y colgando de los miembros prominentes . Aunque
no pudieron crear un movimiento sostenido y viable , los luditas han seguido siendo
un poderoso simbolo de la oposicion a la automatizacion y la tecnologia.
38 . Vease la nota 34 supra .

Capítulo II : Teoría de la Evolución de la tecnología :
La Ley de Aceleración de Devoluciones

1 . John Smart Resumen de " desarrollo evolutivo Entendimiento : Un desafio para
los futuristas "
presentacion ante la reunion anual de la Sociedad futurista Mundial , Washington ,
DC , 3 de agosto de 2004.
2 . Eso acontecimientos trascendentales en la evolucion representan incrementos en la
complejidad es la opinion de Theodore Modis . Ver Theodore Modis , " La prediccion
del crecimiento de la complejidad y el cambio", Prevision tecnologica y cambio
social 69,4 (2002),
http://ourworld.compuserve.com/homepages/tmodis/TedWEB.htm.
3 . La compresion de archivos es un aspecto clave tanto de la transmision de datos
(por ejemplo, una musica o un archivo de texto a traves de Internet) y de
almacenamiento de datos. Cuanto mas pequeno sea el archivo , menor tiempo
necesario para transmitir y menos espacio que requerira . El matematico Claude
Shannon , a menudo llamado el padre de la teoria de la informacion , que se define la
teoria basica de la compresion de datos en su documento "Una teoria matematica de

la comunicacion , " La Bell System Technical Journal 27 (julio-octubre de 1948) :
379-423 , 623 - 56 . La compresion de datos es posible a causa de factores tales como
la redundancia (repeticion) y la probabilidad de aparicion de combinaciones de
caracteres en los datos . Por ejemplo , el silencio en un archivo de audio podria ser
sustituido por un valor que indica la duracion del silencio , y combinaciones de letras
en un archivo de texto podria ser sustituido con identificadores codificados en el
archivo comprimido .
La redundancia puede ser removido por la compresion sin perdida , como Shannon
explico , lo que significa que no hay perdida de informacion . Hay un limite a la
compresion sin perdida , define por lo Shannon llama la tasa de entropia (compresion
aumenta la " entropia " de los datos , que es la cantidad de informacion real en que a
diferencia de las estructuras de datos predeterminados y por lo tanto predecible) . La
compresion de datos elimina la redundancia de datos , la compresion sin perdida lo
hace sin perder los datos (lo que significa que los datos originales exactos se pueden
restaurar) . Alternativamente , la compresion con perdida , que se utiliza para los
archivos graficos o reproducir archivos de audio y video , tiene como resultado la
perdida de informacion , a pesar de que la perdida es a menudo imperceptible para
nuestros sentidos .
La mayoria de las tecnicas de compresion de datos utilizan un codigo , que es una
cartografia de las unidades basicas (o simbolos) en la fuente a un alfabeto codigo. Por
ejemplo , todos los espacios en un archivo de texto podrian ser reemplazadas por una
sola palabra de codigo y el numero de espacios . Un algoritmo de compresion se
utiliza para configurar el mapeo y luego crear un nuevo archivo con el alfabeto del

codigo , el archivo comprimido sera mas pequeno que el original y por lo tanto mas
facil de transmitir o almacenar. Estas son algunas de las categorias en las que las
tecnicas de compresion sin perdida comunes caen :
• Ejecutar la compresion de longitud , que reemplaza los caracteres se repiten con un
codigo y un valor que representa el numero de repeticiones de ese caracter (ejemplos
: Paquete -bits y PCX) .
• codificacion minimos de redundancia o simples codificacion de entropia , que
asigna los codigos sobre la base de la probabilidad, con los simbolos mas frecuentes
que reciben los codigos mas cortos (ejemplos : la codificacion de Huffman y la
codificacion aritmetica) .
• Diccionario codificadores , que utilizan un diccionario de simbolos actualizada
dinamicamente para representar patrones (ejemplos: Lempel - Ziv , Lempel -Ziv -
Welch , y desinflan) .
• compresion de ordenacion de bloques , que reorganiza caracteres en lugar de utilizar
un alfabeto del codigo; compresion de longitud de ejecucion a continuacion, se puede
utilizar para comprimir las cadenas de repeticion (ejemplo : Burrows - Wheeler
transformada) .
• Prediccion por mapeo parcial , que utiliza un conjunto de simbolos en el archivo sin
comprimir para predecir con que frecuencia aparece el siguiente simbolo en el
archivo .
4 . Murray Gell -Mann , " .Que es la complejidad ? " en Complejidad, vol . 1 (Nueva
York : John Wiley and Sons , 1995) .
5 . El codigo genetico humano tiene aproximadamente seis millones (unos 1.010)
bits , sin considerar la posibilidad de compresion. Asi que los 1027 bits que
teoricamente pueden ser almacenadas en una roca de un kilogramo es mayor que el
codigo genetico en un factor de 1017 . Vease la nota 57 mas abajo

para una discusion
de la compresion del genoma.
6 . Por supuesto , un ser humano , que tambien se compone de un gran numero de
particulas , contiene una cantidad de informacion comparable a una piedra de un peso
similar cuando NOTAS 509 se consideran las propiedades de todas las particulas. Al
igual que con la roca , no se necesita la mayor parte de esta informacion para
caracterizar el estado de la persona . Por otro lado , se necesita mucha mas
informacion para caracterizar una persona que una roca .
7 . Vease la nota 175 en el capitulo 5 para una descripcion algoritmica de algoritmos
geneticos.
8 . Los humanos, chimpances , gorilas y orangutanes estan incluidos en la
clasificacion cientifica de los hominidos (familia Hominidae) . Se cree que el linaje
humano se han ido distanciando de sus grandes parientes simios hace cinco o siete
millones anos . El genero Homo humanos en el Hominidae incluye especies extintas
como el H. erectus y el hombre moderno (Homo sapiens) .
En manos de chimpance , los dedos son mucho mas largos y menos recta que en los
seres humanos , y el pulgar es mas corto , mas debil , y no como movil . Los
chimpances pueden latigo con un palo , pero tienden a perder su control . No pueden
pellizcar con fuerza porque sus pulgares no se solapen sus dedos indices . En el ser
humano moderno , el pulgar es mas largo, y los dedos giran hacia un eje central, por
lo que puede tocar todo el yemas de los dedos hasta la punta de su dedo pulgar , una
cualidad que se llama completa oponibilidad . Estos y otros cambios dieron seres
humanos dos nuevos apretones : los apretones de precision y potencia. Incluso los
hominidos prehominoid como el Australopithecine de Etiopia llamada Lucy , quien
se cree que vivio hace alrededor de tres millones de anos, podria

tirar piedras con
velocidad y precision. Desde entonces , los cientificos afirman , las mejoras continuas
en la capacidad de la mano de lanzar y club, junto con los cambios asociados en otras
partes del cuerpo, se han traducido en ventajas sobre otros animales de tamano y peso
similar. Ver Richard Young, "La evolucion de la mano humana : el papel de
lanzamiento y Clubbing ", Diario de Anatomia 202 (2003) : 165-74 ; Frank Wilson ,
The Hand : como su uso moldea el cerebro , el lenguaje y la cultura humana (New
York : Pantheon, 1998) .
9 . El Instituto de Santa Fe ha sido pionera en el desarrollo de conceptos y tecnologias
relacionadas con la complejidad y los sistemas emergentes . Uno de los principales
desarrolladores de paradigmas asociados con el caos y la complejidad es Stuart
Kauffman . Kauffman es en el hogar en el Universo : la busqueda de las leyes de
auto-organizacion y complejidad (Oxford: Oxford University Press, 1995) ve "a las
fuerzas del orden que estan en el borde del caos . "
En su libro La evolucion de la complejidad por medio de la seleccion natural
(Princeton : Princeton University Press, 1988), John Tyler Bonner hace las preguntas
" .Como es que un huevo se convierte en un adulto elaborado Como es que una
bacteria , ya muchos millones ? de anos , podrian haber evolucionado a un elefante? "
John Holland es otro de los principales pensadores del Instituto de Santa Fe en el
campo emergente de la complejidad. Su cartera de pedidos oculta: Como Adaptacion
Construye Complejidad (Reading, Mass.: Addison- Wesley, 1996) incluye una serie
de conferencias que presento en el Instituto Santa Fe en 1994 . Vease tambien John
H. Holland, Emergence : del caos al orden (Reading, Mass.: Addison- Wesley , 1998)
y Mitchell Waldrop , Complejidad : La ciencia emergente en el borde

de la Orden y el
Caos (New York: Simon & Schuster, 1992) .
10 . La segunda ley de la termodinamica explica por que no hay tal cosa como un
motor perfecto que utiliza todo el calor (energia), producido por la quema de
combustible para hacer el trabajo : un poco de calor , inevitablemente se pierde en el
ambiente . Este mismo principio de la naturaleza sostiene que el calor fluira desde
una sarten caliente al aire frio en lugar de a la inversa . Tambien postula que cierran
("hombre ") los sistemas de forma espontanea cada vez mas desordenada sobre el
momento - que tienden a moverse del orden al desorden . Las moleculas en el hielo
patatas fritas, por ejemplo , estan limitados en sus posibles arreglos . Asi que una taza
de cubitos de hielo tiene menos entropia (desorden) de la taza de agua de los trozos
de hielo se convierten cuando se deja a temperatura ambiente . Hay muchos arreglos
moleculares mas posibles en el vaso de agua que en el hielo , mas libertad de
movimiento es igual a mayor entropia . Otra forma de pensar de la entropia es la
multiplicidad. Las formas mas que un estado podria lograr, mayor es la multiplicidad.
Asi, por ejemplo , un revueltas pila de ladrillos tiene una multiplicidad mayor (y
mayor entropia) que una pila ordenada .
11 . Max Mas articula la opinion de que " el avance tecnologico se combinan e
interactivo para acelerar el progreso aun mas rapido. " Max More," Seguimiento del 7
Vectores tecnologia para aprovechar la aceleracion tecnologica , " ManyWorlds , 1 de
agosto de 2003.
12 . Para obtener mas informacion, consulte JJ Emerson et al, "extenso Gene trafico
en el cromosoma X de mamiferos, " Ciencia 303.5657 (23 de enero , 2004): . 537-40,
http://www3.uta.edu/faculty/betran/science2004 . pdf; Nicholas Wade , " cromosoma

depende de si mismo para sobrevivir ", New York Times , 19 de junio de 2003, y
Bruce T. Lahn y David C. Page , "cuatro estratos evolutivos en el cromosoma X
humano, " Ciencia 286.5441 (29 de octubre 1999) : 964-67 , http://inside.wi.mit.edu/page/Site/Page %
20PDFs/Lahn_and_Page_strata_1999.pdf .
Curiosamente, el segundo cromosoma X en las mujeres se apaga en un proceso
llamado inactivacion de X para que los genes en un solo cromosoma X se expresan .
La investigacion ha demostrado que el cromosoma X del padre esta desactivado en
algunas celulas y el cromosoma X de la madre en otras celulas .
13 . Proyecto del Genoma Humano , "Perspectivas Aprendidas de la secuencia , "
http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/project/journals/insights.html
. A pesar de que el genoma humano ha sido secuenciado , la mayor parte de ella no
codifican para proteinas (el llamado ADN basura) , por lo que los investigadores
siguen debatiendo cuantos genes se identifico entre los tres mil millones de pares de
bases en el ADN humano . Las estimaciones actuales sugieren que menos de treinta
mil , aunque durante el Proyecto del Genoma Humano estimaciones oscilaron de
hasta cien mil . Consulte " Como muchos genes en el genoma humano ? "
(http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/faq/genenumber.shtml) y
Elizabeth Pennisi , " Un numero bajo gana la piscina GeneSweep , " Ciencia
300.5625 (6 de junio , 2003) : 1484.
14 . Niles Eldredge y Stephen Jay Gould propuso esta teoria en 1972 (N. Eldredge y
SJ
Gould , " equilibrio puntuado : Una Alternativa para gradualismo Phyletic , " en TJM
Schopf , ed , Modelos de Paleobiologia . [San Francisco : Freeman , Cooper] , pp
82-115) . Se ha suscitado acaloradas discusiones entre paleontoloNOTES 511 gos y

biologos evolutivos desde entonces , a pesar de que ha ido ganando aceptacion. De
acuerdo con esta teoria , millones de anos pueden pasar con las especies de la
estabilidad relativa. Este estancamiento es seguido por un estallido de cambio , dando
lugar a nuevas especies y la extincion de edad (llamado un "pulso rotacion " de
Elisabeth Vrba) . El efecto es ecosystemwide , que afecta a muchas especies no
relacionadas . Eldredge y Gould modelo propuesto requiere un nuevo perspectiva : "
Por ningun sesgo puede ser mas restrictivo que la invisibilidad y la estasis ,
inevitablemente leida como falta de evolucion, siempre ha sido tratado como un no
-sujeto Que extrano , sin embargo, para definir el mas comun de todos los fenomenos
paleontologicos como mas alla de los intereses. o aviso ! " SJ Gould y N. Eldredge , "
equilibrio puntuado mayoria de edad, " Nature 366 (18 de noviembre , 1993) : 223-27
Vease tambien K. Sneppen et al, "La evolucion es un fenomeno critico
autoorganizado , " Actas de la Academia Nacional de Ciencias de 92.11 (23 de mayo,
1995) : . 5209-13 ; Elisabeth S. Vrba , "Medio ambiente y Evolucion: Alternativa las
causas de la distribucion temporal de los eventos evolutivos , "South African Journal
of Science 81 (1985) : 229-36 .
15 . Como explicare en el capitulo 6 , si la velocidad de la luz no es un limite
fundamental para la transmision rapida de informacion a las partes remotas del
universo, entonces la inteligencia y la computacion continuaran expandiendose
exponencialmente hasta que saturan el potencial de materia y energia para apoyar
computacion en todo el universo .
16 . La evolucion biologica sigue siendo de relevancia para los seres humanos , sin
embargo , en que la enfermedad de procesos tales como el cancer y las enfermedades

virales utilizar evolucion contra nosotros (es decir, las celulas y los virus del cancer
evolucionan para contrarrestar las contramedidas especificas, tales como los
medicamentos de quimioterapia y medicamentos antivirales , respectivamente) . Pero
podemos usar nuestra inteligencia humana para burlar la inteligencia de la evolucion
biologica , atacando los procesos de enfermedad a niveles suficientemente
fundamentales y mediante el uso de enfoques de " coctel" que atacan a una
enfermedad de varias formas ortogonales (independientes) a la vez.
17 . Andrew Odlyzko , "Precios de Internet y la historia de las comunicaciones , " AT
& T Labs Research, reviso la version 8 de febrero de 2001
http://www.dtc.umn.edu/ ~
odlyzko/doc/history.communications1b.pdf .
18 . Telecomunicaciones Celulares e Internet Association , Encuesta de la Industria
Wireless semestral , junio de 2004 ,
http://www.ctia.orglresearch_statistics/index.cfm/AID/l0030 .
19 . Electricidad, telefono, radio, television, telefonos moviles : FCC ,
www.fcc.gov/Bureaus/Common_Carrier/Notices/2000/fc00057a.xls . Los
ordenadores y el uso de Internet: Eric C. Newburger , USCensus Bureau , "Home
Computers and Internet uso en los Estados Unidos : August 2000" (septiembre de
2001) , http://www.census.gov/prod/2001pubs/p23- 207.pdf . Vease tambien "The
Notebook Millennium ", Newsweek , 13 de abril de 1998, p . 14 .
20 . La tasa de cambio de paradigma , segun lo medido por la cantidad de tiempo
necesario para adoptar las nuevas tecnologias de la comunicacion , en la actualidad
duplica (es decir, la cantidad de tiempo para la adopcion masiva - define como
siendo utilizado por una cuarta parte de los EE.UU. en la poblacion se esta
reduciendo en medio) cada nueve anos . Vease tambien la nota 21 .
21 . La "Misa uso de las invenciones " grafico en este capitulo , en la

muestra que el tiempo requerido para su aprobacion por el 25 por ciento de la
poblacion de EE.UU. disminuyo de forma constante durante los ultimos 130 anos .
Para el telefono, se requirieron 35 anos en comparacion con 31 para la radio - una
reduccion del 11 por ciento, o 0,58 por ciento al ano en los 21 anos entre estos dos
inventos . El tiempo necesario para adoptar una invencion cayo 0,60 por ciento por
ano entre la radio y la television, un 1,0 por ciento por ano entre la television y el PC,
un 2,6 por ciento por ano entre el PC y el telefono movil, y un 7,4 por ciento por ano
entre el telefono movil y la World Wide web. La adopcion masiva de la radio a partir
de 1897 requeridos 31 anos , mientras que la Web requiere tan solo 7 anos despues de
su introduccion, en 1991 , una reduccion del 77 por ciento en 94 anos , o una tasa
promedio de 1,6 por ciento de reduccion en el tiempo de la adopcion por ano.
Extrapolando este ritmo durante todo el siglo XX, los resultados en la reduccion
global del 79 por ciento para el siglo . Al ritmo actual de reducir el tiempo de
aprobacion de un 7,4 por ciento cada ano , se necesitarian solo 20 anos al ritmo actual
de los progresos para alcanzar la misma reduccion.
El 79 por ciento que se logro en el siglo XX. A este ritmo , la tasa de cambio de
paradigma duplica (es decir, tiempos de adopcion se reducen en un 50 por ciento) en
alrededor de 9 anos . En el siglo XXI , once duplicaciones de la velocidad se
traducira en la multiplicacion de la tasa por 211 , a cerca de 2.000 veces la tasa en el
ano 2000 . El aumento de la tasa sera en realidad mayor que esto, porque la tasa
actual continuara aumentando a medida que se hizo de manera constante durante el
siglo XX .
22 . Los datos de 1967-1999 , los datos de Intel , consulte Gordon E.

Moore ,
"Nuestra revolucion", http://www.sia online.orgfdownloads / Moore.pdf.Data from
2000-2016 , International Technology Roadmap para Semiconductores (ITRS) 2002
actualizacion y 2004 Update,
http://public.itrs.net/Files/2002Update/2002Update.pdf
y http://www.itrs.net/Common/2004Update/2004_00 _Overview.pdf .
23 . El costo DRAM ITRS es el costo por bit (microcents envasados) en produccion.
Los datos de 1971 -
2000 : VLSI Research Inc. Datos 2001-2002 : ITRS , 2002 Update, Tabla 7a, Anos
Costo - Corto Plazo , p . 172 . Los datos de 2003-2018 : RTI, 2004 Update, Tablas 7a
y 7b , Anos Costo - Corto Plazo , pp 20-21 .
24 . Intel y los informes de Dataquest (diciembre de 2002) , ver Gordon E. Moore,
"Nuestra revolucion", http://www.sia-online.org/downloads/Moore . pdf .
25 . Randall Goodall , D. Fandel y H. Huffet , "Mecanismos de productividad a largo
plazo de la industria de los semiconductores ", Noveno Simposio Internacional sobre
silicio Ciencia de los Materiales y Tecnologia, 12 a 17 mayo 2002 , Philadelphia ,
patrocinado por la Sociedad Electroquimica (ECS) e Internacional Sematech .
26 . Los datos de 1976-1999 : ER Berndt , ER Dulberger y NJ Rappaport , " Precio y
Calidad de escritorio y moviles Computadoras Personales : Un cuarto de siglo de
historia ", 17 de julio de 2000, http://www.nber.org/ ~ confer/2000/si2000/berndt.pdf .
Los datos de 2001-2016 : RTI, 2002 Update, reloj en chip local en la Tabla 4c :
Performance Package y patatas fritas : Frecuencia anos Niveles - Corto Plazo
cableado On- Chip, p. 167 .
27 . Vease la nota 26 de la velocidad de reloj (tiempo de ciclo) y la nota 24 de costo
por transistor.
28 . Transistores en los microprocesadores Intel Microprocesador : Guia de referencia

rapida , Intel Research,
http://www.intel.com/pressroom/kits/quickrefyr.htm . Vease
tambien Areas de Investigacion de silicio , Intel Research ,
http://www.intel.comlresearch/silicon/mooreslaw.htm .
29 . Los datos de Intel Corporation . Ver tambien Gordon Moore ,
"No exponencial es
para siempre ... pero podemos
Delay 'Forever ' ", presentado en la Conferencia Internacional de
Circuitos de Estado
Solido (lSSCC), febrero 10 , 2003, ftp://download.intel.com/
researchl silicio /
Gordon_Moore_ISSCC_ 021003.pdf .
30 . Steve Cullen, " Semiconductor Perspectivas de la Industria ",
InStat / MDR , no
reportan . IN0401550SI , abril
2004 , http://www.instat.com/abstract.asp?
id=68&SKU=IN0401550SI .
31 . Mundial Semiconductor Trade Statistics ,
http://wsts.www5.kcom.at .
32 . Oficina de Analisis Economico del Departamento de Comercio,
http://www.bea.gov/bea/dn/home/gdp.htm EE.UU. .
33 . Ver notas 22-24 y 26-30 .
34 . International Technology Roadmap para Semiconductores de
2002
actualizacion , Internacional Sematech .
35 . "25 anos de Historia de la Computacion ",
http://www.compros.com/timeline.html ; Linley Gwennap , "
Nacimiento de un chip
", BYTE (diciembre de 1996) , http://www.byte.com/art/
9612/sec6/art2.htm : "El
6000 CDC
Computer Series, "
http://www.moorecad.com/standardpascal/cdc6400.html ; " Una
Cronologia de Historia de la Computacion ",
http://www.cyberstreet.comlhcs/museum/chron.htm , Marcos Brader
, " Una
Cronologia Maquinas de computacion digital (hasta 1952) , "
http://www.davros.org/misc/chronology.html ; Karl Kempf , "
Ordenadores
electronicos dentro del Cuerpo de artilleria ", noviembre de 1961,
http://ftp.arl.mil / ~
mike/comphist/61ordnance/index.html ; Ken Polsson , " Cronologia
de los
ordenadores personales , " http://www.islandnet.com/ ~ kpolsson /

comphist , " La
Historia de la computacion en Los Alamos , " http:/ / bang.lanl.gov / video / sunedu /
equipo / comphist.html (requiere contrasena) , la Sala de Maquinas , http://www.machine-room.org ; Mind Machine web Museum, http://www.userwww.sfsu.edu/ ~ hl / mmm.html ; Hans Moravec , datos
informaticos , http://www.frc.ri.cmu.edu/ ~ hpm/book97/ch3/processor.list ; "PC
Magazine Online : Quince anos de PC Magazine, " http://www.pcmag.com/article2/0 , 1759,23390,00 asp , Stan Augarten, poco a poco :
Una historia ilustrada de Computadoras (New York: Ticknor y Fields, 1984) , la
Asociacion Internacional de Ingenieros Electricos y Electronicos (IEEE) , Anales de
la Historia del Ordenador 9.2 (1987) : 150-53 y 16.3 (1994) : 20 ; Hans Moravec ,
mente de ninos: El futuro de Robot y la Inteligencia Humana (Cambridge, Mass.:
Harvard University Press, 1988) ; Rene Moreau, El ordenador viene de edad
(Cambridge, Mass. : MIT Press, 1984) .
36 . Los graficos de este capitulo con la etiqueta " Plot logaritmica " son parcelas
tecnicamente semilogaritmicas en que uno de los ejes (tiempo) es en una escala lineal
, y el otro eje es en una escala logaritmica. Sin embargo, yo estoy llamando a estas
parcelas "parcelas " logaritmicos para la simplicidad.
37 . Ver el apendice, "La Ley de Aceleracion de Devoluciones Revisited ", que
proporciona una derivacion matematica de por que hay dos niveles de crecimiento
exponencial (es decir , el crecimiento exponencial en el tiempo en el que la tasa de
crecimiento exponencial , el exponente - esta creciendo en si exponencialmente con
el tiempo) en la potencia de calculo , medida por MIPS costo por unidad.
38 . Hans Moravec , " .Cuando Hardware coincidir el cerebro humano ? " Diario de
la evolucion y Tecnologia 1 (1998) ,
http://www.jetpress.org/volumel/moravec.pdf .

39 . Vease la nota 35 supra .
40 . El logro de los primeros MIPS por cada $ 1,000 tomo 1900-1990 . Estamos
duplicando el numero de MIPS por 1.000 dolares en unos 400 dias. Debido
priceperformance actual es de unos 2.000 MIPS por $ 1,000, estamos agregando
calidad-precio , a razon de 5 MIPS por dia, o 1 MIPS aproximadamente cada 5 horas.
41 . "IBM detalles supercomputadora Blue Gene ", CNET News , 8 de mayo de 2003,
http://news.com.com/2100 1008_3 - 1000421.html .
42 . Vease Alfred North Whitehead , Introduccion a la Matematica (London :
Williams y Norgate , 1911) , que escribio al mismo tiempo que el y Bertrand Russell
estaba trabajando en su seminal tres volumenes Principia Mathematica.
43 . Aunque en un principio proyectada para tener quince anos ", el Proyecto del
Genoma Humano fue terminado dos anos y medio antes de tiempo y , a $ 2.7 billones
en el ano fiscal 1991 dolares , muy por debajo de las proyecciones de gasto originales
": http://www.ornl.gov/ ciencia / techresources / Human_Genome / proyecto /
50yr/press4_2003.shtml .
44 . Informacion del Proyecto Genoma Humano ,
http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/project/privatesector.shtml ;
Stanford Genome Technology Center , http://sequencewww. stanford.edu/group/techdev/auto . Loading Instituto Nacional de Investigacion
del Genoma Humano , http://www.genome.gov ; Tabitha Powledge , " .Cuantos
genomas son suficientes? " Cientifico , 17 de noviembre de 2003,
http://www.biomedcentral.com/news/20031117/07 .
45 . Los datos del National Center for Biotechnology Information , " GenBank
Estadistica, " revisaron 04 de mayo ,2004 ,
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/genbankstats.html .
46 . El sindrome respiratorio agudo severo (SRAS) se ordenan dentro de treinta y un
dias del virus de ser identificados por la Agencia de Columbia

Britanica del Cancer y
los Centros para el Control de Enfermedades. La secuenciacion de los dos centros
diferian en solo diez pares de bases de veintinueve mil . Este trabajo identifico el
SARS como un coronavirus . Dr. Julie Gerberding , directora del CDC , llamado
secuenciacion rapida " un logro cientifico que no creo que haya sido paralelo en
nuestra historia. "
Ver K. Philipkoski , " SARS Gene Secuencia Unveiled ", Wired News , 15 de abril de
2003, http://www.wired.com/news/medtech/0 , 1286,58481.00 . HTML ? Tw =
wn_story _related .
En contraste , los esfuerzos para secuenciar el VIH comenzaron en los anos 1980 .
VIH 1 y VIH 2 se secuenciaron completamente en 2003 y 2002 respectivamente.
Centro Nacional de Informacion Biotecnologica ,
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genomes/framik.cgi?
db=genome&gi=12171 ; Sequence
Database VIH mantenida por el Laboratorio Nacional de Los Alamos ,
http://www.hiv .lanl.gov / content / hiv db / HTML / outline.html .
47 . Marcos Brader, "Cronologia de las maquinas de computacion digital (hasta 1952)
" http://www.davros.org/misc/chronology.html , Richard E. Matick , Sistemas de
Almacenamiento y Tecnologia (New York: John Wiley and Sons , 1977) , la
Universidad de Cambridge Laboratorio de ordenadores, EDSAC99 ,
http://www.cl.cam.ac.uk/UoCCL/misc/EDSAC99/statistics.html , Mary Bellis , "
inventores de la computadora moderna : la historia de la . UNIVAC Computer -J
Presper Eckert y John Mauchly , "
http://inventors.about.com/library/weekly/aa062398.htm ; " inicial Fecha de
Operacion de Sistemas de Informatica en los EE.UU. (1950-1958) ", compilado a
partir de 1968 datos de la OCDE , http://members.iinet.net.au/ ~ DGREEN /
timeline.html ; Douglas Jones, " Preguntas mas frecuentes sobre la

computadora DEC
PDP - 8 , " ftp://rtfrn.mit.edu/pub / usenet/alt.sys.pdp8/PDP
8_Frequently_Asked_Questions_ % 28posted_every_other_month 29
% ;
programada en el procesador 1 Data Handbook, Digital Equipment
Corporation
(1960-1963) , http://www.dbit.com/greeng3/pdp1/pdp1.html #
INTRODUCCION ,
John Walker, " UNIVAC tipica R 1108 precios: 1968 , "
http://www.fourmilab.ch/documents/univac/config1108.html ; Jack
Harper, " LISP
1.5 para el Univac 1100 Mainframe , "
http://www.frobenius.com/univac.htm ;
Wikipedia, " Data General Nova ",
http://www.answers.com/topic/data-general-nova ;
Darren Brewer, "Cronologia de Computadoras personales 1972-
1974 , "
http://uk.geocities.com/magoos_universe / comp1972.htm ;
www.pricewatch.com ; ?
http://www.jc news.com / parse.cgi news/pricewatch/raw/pw-010702
; http://www.jcnews.
com/parse .Cgi. news/pricewatch/raw/pw-020624 ;
http://www.pricewatch.com
(11/17/04) ;
http://sharkyextreme.com/guidesIWMPG/article.php/10706_2227191
_2
; anuncios Byte , septiembre 1975 - marzo de 1998; anuncios
Informatica PC , marzo
1977-abril 2000 .
48 . . Seagate, " productos ",
http://www.seagate.com/cda/products/discsales/index ;
anuncios Byte ,
1977-1998 ; anuncios Informatica PC , marzo de 1999 , los editores
de Time- Life
Books , Understanding Computers : Memoria y Almacenamiento ,
rev . ed. (New
York: Warner Books , 1990), " Notas Historicas sobre el costo de
espacio de
almacenamiento en disco duro , "
http://www.alts.net/ns1625/winchest.html ; "IBM
305 RAMAC ordenador con disco , " http :/ /
www.cedmagic.com/history/ibm-305-
ramac.html ; John C. McCallum, "Los precios de unidad de disco
(1955-2004) , "

http://www.jcmit.com/diskprice.htm .
49 . James DeRose , El Manual de datos inalambrica (St. Johnsbury , Vermont :
Quantrum , 1996) ; Primera Milla Wireless,
http://www.firstmilewireless.coml ; JB
Miles, " LAN inalambrica ", Government Computer News 18.28 (30 de abril ,
1999) , http://www.gcn.com/vo118_no28/guide/514-1.html ; Wireless Week (14 de
abril , 1997) , http://www.wirelessweek.com/toc/4 % 2F14 % 2F1997 ; Oficina de
Evaluacion Tecnologica , " las tecnologias inalambricas y la Infraestructura Nacional
de Informacion ", septiembre de 1995,
http://infoventures.com/emf/federal/ota/ota95-
tc.html , el Lago de la senal, "La banda ancha actualizacion Economia de red
inalambrica ", enero 14 , 2003 ,
http://www.signallake.com/publications/broadbandupdate.pdf ; BridgeWave
comunicacion Communications,
http://www.bridgewave.com/050604.htm .
50 . Internet Software Consortium (http://www.isc.org) , ISC Encuesta Domain :
Numero de hosts de Internet , http://www.isc.org/ds/host-count-history.html .
51 . Ibid .
52 . Trafico medio de redes troncales de Internet en los EE.UU. en diciembre de cada
ano se utiliza para estimar el trafico para el ano. AM Odlyzko , "El crecimiento del
trafico de Internet : fuentes y consecuencias , " Optical Sistemas de Transmision y Equipos para WDM Redes II , BB Dingel , W.
Weiershausen , AK Dutta y K.-I. Sato , eds . , Proc . SPIE (Sociedad Internacional de
Ingenieria Optica) 5247 (2003) : 1-15 , http://www.dtc.umn.edu/ ~ Odlyzko / doc /
oft.internet.growth.pdf , los datos para los valores de 2003 a 2004 : correspondencia
por correo electronico con AM Odlyzko .
53 . David Kristula , " La historia de la Internet" (marzo de 1997, actualizacion de
agosto de 2001) , http://www.davesite.com/webstation/net-

history.shtml ; Robert
Zakon , " Hobbes ' Internet Timeline v8.0 "
http://www.zakon.org/robert/internet/timeline ; Converge Network Resumen , 5 de
diciembre de 2002, http://www.convergedigest.com/Daily/daily.asp?vn=v9n229&fecha=December % 2005 % 202002 ;
V. Cerf ", Cerf esta encima ", 2004 ,
http://global.mci.com/de/resources/cerfs_up/ .
54 . HC Nathanson et " El transistor de puerta de resonancia ", IEEE Transactions on
Electron Devices al. ,
14,3 (marzo de 1967) : 117-33 ; J. Larry Hornbeck , " 128 x 128 deformable Device
Espejo, " IEEE Transactions on Electron Dispositivos 30.5 (abril de 1983) : 539-43 ;
J. Storrs Hall, " nanocomputadoras y Logica reversible, "La nanotecnologia 5 (julio
de 1994) : 157-67 ; VVAristov et al, . " Un nuevo enfoque de fabricacion de
nanoestructuras , " Nanotecnologia 6 (abril de 1995) : . 35-39 ; C. Montemagno et al,
" La construccion de Motor Biologica Dispositivos nanomecanicos motorizados , "
Nanotecnologia 10 (1999) :
225-31 ,
http://www.foresight.org/Conferences/MNT6/Papers/Montemagno/ ; Biever
Celeste, "Tiny ' Elevator' mas complejo nanomaquina embargo , " NewScientist.com
News Service ,
18 de marzo de 2004, http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn4794 .
55 . Grupo ETC , " de los genomas a los atomos : La inmensidad de lo minimo ", p .
39 , http://www.etcgroup.org/documents/TheBigDown . pdf .
56 . Ibid . , P . 41 .
57 . A pesar de que no es posible determinar con precision el contenido de la
informacion en el genoma , a causa de los pares de bases repetidos es claramente
mucho menor que los datos no comprimidos totales. Aqui hay dos enfoques para
estimar el contenido de informacion comprimida del genoma , ambos de los cuales

demuestran que un rango de treinta hasta cien millones bytes es conservadora alta .
1 . En terminos de los datos sin comprimir , hay tres mil millones de peldanos de
ADN en el codigo genetico humano , cada uno de codificacion dos bits (ya que hay
cuatro posibilidades para cada par de bases de ADN) . Por lo tanto , el genoma
humano es alrededor de 800 millones bytes sin comprimir . El ADN no codificante
que solia llamarse " ADN basura ", pero ahora esta claro que desempena un papel
importante en la expresion genica. Sin embargo , es muy ineficiente codificado . Por
un lado , hay despidos masivos (por ejemplo, la secuencia llamada " ALU " se repite
cientos de miles de veces) , que los algoritmos de compresion pueden aprovechar.
Con la reciente explosion de los bancos de datos geneticos , existe una gran cantidad
de interes en la compresion de los datos geneticos . Los trabajos recientes en la
aplicacion de algoritmos de compresion de datos estandar a los datos geneticos
indican que la reduccion de los datos en un 90 por ciento (para la compresion de bits
perfecta) es factible : Hisahiko Sato et al , " Compresion de datos ADN en el genoma
era post , " Genoma Informatica 12 (. 2001) : 512-14 ,
http://www.jsbi.org/journal/GIW01/GIW01P130.pdf .
Por lo tanto podemos comprimir el genoma a unos 80 millones de bytes sin perdida
de informacion (lo que significa que podemos reconstruir a la perfeccion el genoma
sin comprimir 800 millones de byte completo).
Ahora considera que mas de 98 por ciento del genoma no codifica para las proteinas .
Incluso despues de la compresion de datos estandar (que elimina redundancias y
utiliza una busqueda de diccionario de secuencias comunes) , el contenido
algoritmico de las regiones no codificantes parece ser mas bien bajo , lo que significa
que es probable que podriamos codificar un algoritmo que realizar

la misma funcion
con menos bits . Sin embargo , ya que estamos todavia al principio del proceso de
ingenieria inversa del genoma , no podemos hacer una estimacion fiable de este
nuevo descenso en base a un algoritmo funcionalmente equivalente. Estoy
utilizando , por lo tanto , una gama de 30 a 100.000.000 bytes de comprimido
informacion en el genoma . La parte superior de este rango asume solo la compresion
de datos y no hay simplificacion algoritmica . Solo una parte (aunque la mayoria) de
esta informacion caracteriza el diseno del cerebro .
2 . Otra linea de razonamiento es el siguiente . Aunque el genoma humano contiene
alrededor de 3 mil millones bases , solo un pequeno porcentaje , como se menciono
anteriormente , los codigos para las proteinas . Segun estimaciones actuales , hay
26.000 genes que codifican para las proteinas . Si suponemos que los genes promedio
3.000 bases de datos utiles , los mismos solo aproximadamente 78 millones de bases.
Una base de ADN requiere solo dos bits , que se traduce en unos 20 millones de bytes
(78 millones de bases dividido por cuatro) . En la proteina de la secuencia de
codificacion de un gen , cada " palabra " (codon) de tres bases de ADN se traduce en
un aminoacido . Hay , por lo tanto , 43 (64) de codigos posibles de codones , cada
uno compuesto de tres bases de ADN . Hay , sin embargo , solo 20 aminoacidos
utilizados mas un codon de parada (acido amino nula) de la 64 . El resto de los
codigos 43 se utilizan como sinonimos de los 21 los utiles . Considerando que se
requieren 6 bits para codificar 64 combinaciones posibles, solo alrededor de 4,4
(log221) bits son necesarios para codificar 21 posibilidades , un ahorro de 1,6 de 6
bits (27 por ciento) , que nos hace caer a cerca de 15 millones de bytes . Ademas ,

un poco de compresion estandar basado en secuencias de repeticion es factible aqui ,
aunque es posible mucho menos de compresion en esta porcion de la proteina -
codificacion del ADN que en el llamado ADN basura , que tiene redundancias
masivas . esto hara que la cifra probablemente por debajo de 12 millones de bytes .
Sin embargo , ahora hay que anadir la informacion de la parte no codificante del
ADN que controla la expresion del gen . Aunque esta parte de la ADN comprende la
mayor parte del genoma , que parece tener un bajo nivel de contenido de informacion
y esta repleta de redundancias masivas . Estimando que coincida con los
aproximadamente 12 millones de bytes de ADN que codifica la proteina , una vez
mas llega a aproximadamente 24 millones de bytes . Desde esta perspectiva, una
estimacion de 30-100000000 bytes es conservadora alta .
58 . Valores continuos pueden ser representados por numeros en coma flotante en un
grado de precision deseado .
Un numero de coma flotante se compone de dos secuencias de bits . Una secuencia
de " exponente " representa una potencia de 2 . La secuencia " de base " representa
una fraccion de 1 . Al aumentar el numero de bits en la base , se puede lograr
cualquier grado deseado de exactitud .
59 . Stephen Wolfram , A New Kind of Science (Champaign , Illinois : Wolfram
Media, 2002) .
60 . Los primeros trabajos sobre la teoria de la fisica digitales tambien fue presentada
por Frederick W. Kantor , Mecanica Informacion (New York: John Wiley and Sons,
1977) . Los enlaces a varios de los papeles de Kantor se puede encontrar en
http://w3.execnet.com/kantor/pm00.htm (l997) ;
http://w3.execnet.com/kantor/1b2p.htm (l989), y http :/ /
w3.execnet.com/kantor/ipoim.htm (l982) . Ver tambien en
http://www.kx.com/listbox/k/msg05621.html .

61 . Konrad Zuse , " Rechnender Raum " Elektronische Datenverarbeitung , 1967 ,
vol . 8 , pp 336-44 .
El libro de Konrad Zuse en un universo automata celular basado fue publicado dos
anos mas tarde : Rechnender Raum , Schriften zur Datenverarbeitung (Braunschweig,
Alemania: Friedrich Vieweg & Sohn , 1969) . Traduccion Ingles : Calculo Espacio,
MIT tecnica Traduccion AZT - 70-164 GEMIT , febrero 1970.MIT Proyecto MAC ,
Cambridge , MA 02139 . PDF .
62 . Edward Fredkin citado en Robert Wright, " .El universo acaba de suceder ? "
Atlantic Monthly , abril 1988 , 29-44 ,
http://digitalphysics.org/Publications/Wri88a/html .
63 . Ibid .
64 . Muchos de los resultados de Fredkin vienen de estudiar su modelo de
computacion , lo que refleja de manera explicita una serie de principios
fundamentales de la fisica . Ver el articulo clasico Edward Fredkin y Tommaso
Toffoli , "La logica conservadora ", Revista Internacional de Fisica Teorica 21,3-4
(l982) : 219-53 ,
http://www.digitalphilosophy.org/download_documents/ConservativeLogic.pdf .
Ademas, un conjunto de preocupaciones acerca de la fisica de calculo analiticamente
similares a los de Fredkin de se puede encontrar en Norman Margolus , " Fisica y
Computacion , " Ph.D. tesis , MIT/LCS/TR-415 , MIT Laboratorio de Ciencias de la
Computacion , 1988 .
65 . Discuti Norbert Wiener y la opinion de Ed Fredkin de la informacion como el
bloque de construccion fundamental para la fisica y de otros niveles de la realidad en
mi libro de 1990 , La era de las maquinas inteligentes .
La complejidad de echar toda la fisica en terminos de transformaciones de calculo
resulto ser un proyecto de un gran desafio , pero Fredkin ha continuado sus esfuerzos.

Wolfram ha dedicado una parte considerable de su trabajo durante la ultima decada a
esta idea , al parecer, solo con comunicacion limitada con algunos de los otros
miembros de la comunidad de la fisica que tambien estan llevando a cabo la idea. El
objetivo declarado de Wolfram " no es presentar un ultimo modelo especifico para la
fisica", pero en su " Nota para los fisicos " (lo que equivale esencialmente a un gran
reto) , Wolfram describe las " caracteristicas que [el] que [s] este modelo tendra "
(A New Kind of Science, pp 1043-1065 ,
http://www.wolframscience.com/nksonline/page-1043c-text) .
En la era de las maquinas inteligentes , discutir " la cuestion de si la naturaleza ultima
de la realidad es analogica o digital" y senalan que " a medida que ahondamos mas y
mas en los procesos naturales y artificiales , nos encontramos con la naturaleza del
proceso a menudo alterna entre representaciones analogicas y digitales de
informacion ". A modo de ejemplo , hable de sonido. En el cerebro , la musica se
representa como la digital de disparo de las neuronas en la coclea , que representa
diferentes bandas de frecuencia . En el aire y en los cables que van a los altavoces , es
un fenomeno analogo . La representacion de sonido en un disco compacto es digital ,
que se interpreta por los circuitos digitales . Sin embargo, los circuitos digitales
constan de transistores thresholded , que son amplificadores analogicos . Como
amplificadores , los transistores manipulan electrones individuales, que se pueden
contar y son , por lo tanto , digital, pero en un nivel mas profundo electrones estan
sujetos a las ecuaciones de campo cuantico - analogicas . En un nivel aun mas
profundo, Fredkin y ahora Wolfram estan teorizando una base digital (computacional)
para estas ecuaciones continuas.
Cabe senalar , ademas, que si alguien realmente tiene exito en el

establecimiento de
una teoria de la fisica como digitales , tendriamos entonces la tentacion de examinar
que tipo de mecanismos mas profundos estan realmente llevando a cabo los calculos
y los enlaces de los automatas celulares . Subyacente al automata celular que dirige el
universo Tal vez todavia son fenomenos analogicos mas basicos, que , como los
transistores , estan sujetas a umbrales que les permitan realizar las transacciones
digitales . Por lo tanto , el establecimiento de una base digital de la fisica no se
conforma con el debate filosofico acerca de si la realidad es en ultima instancia,
digital o analogico. No obstante , el establecimiento de un modelo computacional
viable de la fisica seria un logro importante .
Asi que .que tan probable es esto? Podemos establecer facilmente una prueba de la
existencia que un modelo digital de la fisica es factible , en el que las ecuaciones
continuas siempre se pueden expresar a cualquier nivel deseado de precision en la
forma de las transformaciones discretas de cambios discretos en el valor . Esto es,
despues de todo, la base para el teorema fundamental del calculo . Sin embargo, la
expresion de formulas continuas de esta manera es una complicacion inherente y
violaria la maxima de Einstein de expresar las cosas " lo mas simple posible , pero no
mas simple . " Asi que la verdadera pregunta es si podemos expresar las relaciones
basicas que hemos tomado conocimiento en terminos mas elegantes , el uso de
algoritmos , automatas celulares . Una de las pruebas de una nueva teoria de la fisica
es si es capaz de hacer predicciones comprobables. Por lo menos en un aspecto
importante , que podria ser un reto dificil para una teoria de automatas basados
celular debido a la falta de previsibilidad es una de las caracteristicas fundamentales

de los automatas celulares .
Wolfram comienza describiendo el universo como una gran red de nodos. Los nodos
que no existen en el "espacio ", sino mas bien el espacio, tal como lo percibimos , es
una ilusion creada por la transicion de los fenomenos a traves de la red de nodos . Es
facil imaginar la construccion de una red de representar
(newtoniana) fisica "
ingenuos" por la simple construccion de una red tridimensional de cualquier grado de
granularidad . Fenomenos como "particulas" y "ondas " que parecen moverse a traves
del espacio estaria representada por planeadores " celulares ", que son patrones que se
hacen avanzar a traves de la red para cada ciclo de calculo . Los fans del juego de la
vida (que se basa en automatas celulares) reconoceran el fenomeno comun de los
planeadores y la diversidad de patrones que se pueden mover sin problemas a traves
de una red celular - automata . La velocidad de la luz , entonces, es el resultado de la
velocidad de reloj de la computadora celestial, desde planeadores pueden avanzar
solo una celula por cada ciclo de calculo .
La relatividad general de Einstein , que describe la gravedad como perturbaciones en
el espacio mismo , como si nuestro mundo tridimensional se curva en algun cuarta
dimension invisible , tambien es facil de representar en este esquema . Podemos
imaginar una red de cuatro dimensiones y puede representar aparentes curvaturas en
el espacio de la misma manera que uno representa curvaturas normales en el espacio
tridimensional . Alternativamente , la red puede llegar a ser mas densa en ciertas
regiones para representar el equivalente de dicha curvatura .
Una concepcion celular - automatas resulta util para explicar el aparente aumento de
la entropia (desorden) que esta implicito en la segunda ley de la termodinamica .
Tenemos que asumir que la norma - automatas celulares

subyacentes del universo es
una regla de clase 4 (vease el texto principal) , de lo contrario el universo seria un
lugar aburrido por cierto. Observacion principal de Wolfram que una clase 4 automata
celular rapida produce la aparente aleatoriedad (a pesar de su proceso de
determinada) es consistente con la tendencia a la aleatoriedad que vemos en el
movimiento browniano y que esta implicito en la segunda ley .
La relatividad especial es mas dificil. Hay un mapeo facil desde el modelo
newtoniano a la red celular . Pero el modelo newtoniano se rompe en la relatividad
especial. En el mundo de Newton , si un tren va ochenta millas por hora, y que
conduce a lo largo en una calle paralela a cien kilometros por hora , el tren parece
alejarse de usted a los veinte kilometros por hora . Pero en el mundo de la relatividad
especial, si se deja la tierra en tres cuartas partes de la velocidad de la luz , la luz
seguira apareciendo para alejarse de ti en toda la velocidad de la luz. De acuerdo con
esta perspectiva aparentemente paradojico , tanto el tamano y el paso subjetiva del
tiempo para dos observadores variaran en funcion de su velocidad relativa . Por lo
tanto , nuestra asignacion fija de espacio y los nodos se vuelve considerablemente
mas complejo . Esencialmente , cada observador necesita su propia red. Sin embargo,
al considerar la relatividad especial , podemos aplicar esencialmente la misma
conversion a nuestra red " newtoniana " como lo hacemos en el espacio newtoniano.
Sin embargo , no esta claro que estamos logrando una mayor simplicidad en la
representacion de la relatividad especial de esta manera.
Una representacion celular nodos de la realidad puede tener su mayor beneficio en
521 NOTAS entender algunos aspectos del fenomeno de la mecanica cuantica. Se
podria proporcionar una explicacion para la aparente aleatoriedad

que encontramos
en los fenomenos cuanticos . Considere , por ejemplo , la creacion repentina y
aparentemente aleatoria de pares particula-antiparticula . El azar puede ser el mismo
tipo de aleatoriedad que vemos en la clase 4 automatas celulares . Aunque
predeterminada , el comportamiento de los automatas de clase 4 no se puede anticipar
(que no sea mediante la ejecucion de los automatas celulares) y es eficaz al azar .
Esto no es un nuevo punto de vista. Es equivalente a la " variables ocultas "
formulacion de la mecanica cuantica , que establece que hay algunas variables que no
podemos acceder de otro modo que el control de lo que parece ser un
comportamiento aleatorio que podemos observar. La concepcion ocultos -variables de
la mecanica cuantica no es incompatible con las formulas de la mecanica cuantica. Es
posible, pero no es popular entre los fisicos cuanticos , ya que requiere una gran
supuestos number.of que funcionan de una manera muy particular. Sin embargo , yo
no veo esto como un buen argumento en contra de ella . La existencia de nuestro
universo es en si mismo muy poco probable y requiere muchos supuestos a todos los
trabajos en una way.Yethere muy preciso que somos.
Una gran pregunta es: .Como se podria probar una teoria ocultos - variables? Si se
basa en procesos celulares - automatas similares , las variables ocultas serian
inherentemente impredecible , aunque determinista. Tendriamos que encontrar alguna
otra manera de " volver a mostrar " las variables ocultas .
La concepcion de la red de Wolfram del universo ofrece una perspectiva potencial
sobre el fenomeno de entrelazamiento cuantico y el colapso de la funcion de onda . El
colapso de la funcion de onda , lo que hace que las propiedades aparentemente
ambiguas de una particula (por ejemplo , su ubicacion) con

caracter retroactivo
determinado , puede ser visto desde la perspectiva celular de la red como la
interaccion del fenomeno observado con el propio observador. Como observadores ,
no estamos fuera de la red, pero existimos dentro de el. Sabemos por la mecanica
celular que dos entidades no pueden interactuar sin que ambos se vayan a cambiar , lo
que sugiere una base para el colapso funcion de onda .
Wolfram escribe: " Si el universo es una red, que puede en un sentido facilidad
contiene temas que siguen conectar particulas aun cuando las particulas llegan lejos
en terminos de espacio comun. " Esto podria proporcionar una explicacion de los
ultimos experimentos dramaticos que muestran la no localidad de la accion en la que
dos particulas " cuanticas entrelazadas " parecen seguir actuando en concierto con
otros , aunque separados por grandes distancias. Einstein llamo a esta "accion
fantasmal a distancia " y lo rechazo , aunque experimentos recientes parecen
confirmarlo.
Algunos fenomenos encajan mas claramente en esta concepcion automatas de la red
celular que otros. Algunas de las sugerencias parece elegante, pero como " Nota para
los fisicos " de Wolfram deja claro , la tarea de traducir toda la fisica en un sistema
basado en automatas celulares consistente es ciertamente desalentadora .
Extendiendo su discusion a la filosofia, Wolfram " explica " el fenomeno aparente de
voluntad ya que las decisiones que se han determinado , pero impredecible. Desde
522 NOTAS : I . 1 ' IIIf no hay manera de predecir el resultado de un proceso celular
sin ejecutar realmente el proceso , y ya que ningun simulador posiblemente podria
correr mas rapido que el universo mismo , por lo tanto, no hay forma de predecir de
manera fiable las decisiones humanas . Asi que, aunque se

determinan nuestras
decisiones , no hay manera de preidentify lo seran. Sin embargo , esto no es un
examen plenamente satisfactoria del concepto . Esta observacion sobre la falta de
previsibilidad se puede hacer para el resultado de la mayoria de los procesos fisicos -
por ejemplo, cuando un pedazo de polvo caera en el suelo. Este punto de vista
equivale con ello el libre albedrio humano con el descenso al azar de una pieza de
polvo . De hecho, esa parece ser la opinion de Wolfram cuando afirma que el proceso
en el cerebro humano es " computacionalmente equivalentes" a las que tienen lugar
en procesos como la turbulencia del fluido .
Algunos de los fenomenos en la naturaleza (por ejemplo , nubes, costas) se
caracterizan por procesos simples repetitivas tales como automatas y fractales
celular , pero los patrones inteligentes (tales como el cerebro humano) requieren un
proceso evolutivo (o, alternativamente , la ingenieria inversa de la resultados de tal
proceso). La inteligencia es el producto inspirado de la evolucion y es tambien , en
mi opinion, la "fuerza " mas potente del mundo , en ultima instancia, trascender los
poderes de las fuerzas naturales inconscientes .
En resumen , el tratado radical y ambiciosa de Wolfram pinta un cuadro convincente ,
pero en ultima instancia, exagerado e incompleta. Wolfram se une a una comunidad
cada vez mayor de voces que mantienen que los patrones de informacion, mas que la
materia y la energia, representan los elementos mas fundamentales de la realidad del
edificio. Wolfram se ha sumado a nuestro conocimiento de como los patrones de
informacion crean el mundo que experimentamos , y disfrutar de un periodo de
colaboracion entre Wolfram y sus colegas para que podamos construir una vision mas
robusta del papel omnipresente de algoritmos en el mundo.

La falta de previsibilidad de clase 4 automatas celulares subyace al menos algunos de
la aparente complejidad de los sistemas biologicos y no representar uno de los
paradigmas biologicos importantes que podemos tratar de emular en nuestra
tecnologia . No explica toda la biologia . Queda por lo menos posible, sin embargo ,
que tales metodos pueden explicar toda la fisica . Si Wolfram , o cualquier otra
persona para esa materia, tiene exito en la formulacion de la fisica en terminos de
operaciones , automatas celulares y sus patrones , el libro de Wolfram se han ganado
su titulo. En cualquier caso , creo que el libro es una obra importante de la ontologia .
66 . El articulo 110 establece que una celula se convierte en blanco si su color
anterior era , y sus dos vecinos son , todo negro o todo blanco , o si su color anterior
era blanco y los dos vecinos son de color blanco y negro , respectivamente , de lo
contrario , la celula se convierte en negro .
67 . Wolfram , New Kind of Science, p . 4 ,
http://www.wolframscience.com/nksonline/page-4-text .
68 . Tenga en cuenta que ciertas interpretaciones de la mecanica cuantica implica que
el mundo no se basa en reglas deterministas y que hay una aleatoriedad inherente
cuantica para cada interaccion a escala cuantica de la realidad fisica (pequeno) .
69 . Como se discutio en la nota 57 anterior, el genoma no comprimido tiene
aproximadamente seis millones de bits de informacion (orden de magnitud = 1010
bits) , y el genoma comprimido es unas 30 a 100 millon de bytes . Parte de esta
informacion de diseno se aplica , por supuesto , a otros organos . Incluso suponiendo
que todo de 100 millones de bytes se aplica al cerebro , se obtiene una elevada cifra
conservadora de 109 bits para el diseno del cerebro en el genoma . En el capitulo 3 ,
se analizan una estimacion de " la memoria humana en el nivel de

las conexiones
interneuronales individuales ", incluyendo " los patrones de conexion y las
concentraciones de neurotransmisores " de 1018 (millones de millones) bits en un
cerebro maduro. Esto es aproximadamente un mil millones (109) veces mas
informacion que en el genoma que describe el diseno del cerebro . Este aumento se
produce a partir de la auto- organizacion del cerebro a medida que interactua con el
entorno de la persona .
70 . Consulte la seccion " Disdisorder " y "La Ley de la Entropia Creciente Versus el
Crecimiento de la orden" en mi libro The Age of Spiritual Machines : Cuando los
equipos de Sobres Inteligencia Humana (New York : Viking, 1999) , pp 30-33 .
71 . Un ordenador universal puede aceptar como entrada la definicion de cualquier
otro ordenador y luego simular que otro ordenador . Esto no se refiere a la velocidad
de la simulacion , que puede ser relativamente lento .
72 . C. Geoffrey Woods " Cruzando la linea media , " Ciencia 304.5676 (4 de junio ,
2004): 1455-1456 ; Stephen Matthews, " Programacion temprana del eje hipotalamo -
hipofisis - suprarrenal , " Tendencias en Endocrinologia y Metabolismo 13.9 (01 de
noviembre , 2002) : 373-80 ; Justin Crowley y Lawrence Katz, " el desarrollo
temprano de las columnas de dominancia ocular , " Ciencia 290.5495 (17 de
noviembre , 2000) : . 1321-1324 ; Anna Penn et al , " La competencia en el
Patterning Retinogenicu1ate Impulsado por Actividad espontanea , "Ciencia
279.5359 (27 de marzo , 1998) : 2108-12 .
73 . Los siete mandamientos de una maquina de Turing son: (1) Lea Cinta , (2)
Move Left Cinta , (3) Derecho Move Tape, (4) Escriba 0 en la cinta , (5) Escriba 1
en la cinta , (6) Cambiar a otro comando, y (7) Detener .
74 . En lo que es quizas el analisis mas impresionante en su libro ,

Wolfram muestra
como una maquina de Turing con solo dos estados y cinco colores posibles puede ser
una maquina de Turing universal. Durante cuarenta anos, hemos pensado que una
maquina universal de Turing tenia que ser mas compleja que esto. Tambien
impresionante es la demostracion de que Wolfram articulo 110 es capaz de computo
universales , dado el software adecuado. Por supuesto , la computacion universal, por
si sola no puede realizar tareas utiles sin el software adecuado.
75 . El " ni " puerta transforma dos entradas en una salida . La salida de "ni" es
verdadera si y solo si ni A ni B es cierto .
76 . Consulte la seccion " A ni B : La base de la Inteligencia " En la era de las
maquinas inteligentes (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1990) , pp 152-57 ,
http://www.KurzweilAl.net/meme/frame.html?m=12 .
77 . Comision Economica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el Pacifico, "
Mapa de ruta Hacia una sociedad de la informacion en Asia y el Pacifico ",
ST/ESCAP/2283 ,
http://www.unescap.org/publications/detail.asp?id=771 , Comision Economica y
Social para Asia Occidental, " Perfil Regional de la Sociedad de la Informacion en
Asia occidental ", 8 de octubre de 2003, http://www
.escwa.org.lb/information/publications/ictd/docs/ictd-03-11-e.pdf ; John Enger , "Asia
en el Informe sobre la Economia Global : la rebelion de las regiones-Estado , el papel
de las telecomunicaciones ", presentacion en la Conferencia Internacional sobre el
satelite y la television por cable en las regiones chinas y asiaticas, Communication
Research Institute Artes de la Universidad Catolica Fu Ien , 4-6 de junio de 1996.
78 . Consulte " La Iniciativa 3 por 5 ", Hoja 274 , diciembre de 2003 ,
http://www.who.int/mediacentre/factsheets/2003/fs274/en/print.html .

79 . Las inversiones en tecnologia representaron el 76 por ciento de 1998 las
inversiones de capital de riesgo ($ 10.1 mil millones) (comunicado de prensa de
PricewaterhouseCoopers , " Venture Capital Investments suben 24 por ciento y el
conjunto de registros en $ 14.7 mil millones , PricewaterhouseCoopers encuentra , "
16 de febrero 1999) . En 1999 , las empresas de base tecnologica acorralados 90 por
ciento de las inversiones de capital de riesgo ($ 32,000,000,000) (comunicado de
prensa de PricewaterhouseCoopers , " Venture Funding Explosion sigue : Registros
anuales y trimestrales de inversion Smashed , segun PricewaterhouseCoopers Money
Encuesta Nacional Tree ", 14 de febrero 2000) . Los niveles de capital de riesgo sin
duda cayeron durante la recesion de alta tecnologia , pero solo en el segundo
trimestre de 2003 , las empresas de software solo atrajo cerca de 1000 millones
dolares (comunicado de prensa de PricewaterhouseCoopers , " Venture Capital
Investments estabilizarse en Q2 2003 ", 29 de julio de 2003) . En 1974, en todo
EE.UU. industrias manufactureras cuarenta y dos empresas recibieron un total de
26.400.000 dolares en desembolsos de capital de riesgo (en 1974 dolares , o US $ 81
millones en dolares de 1992) . Samuel Kortum y Josh Lerner, " Evaluacion de la
contribucion del capital riesgo a la Innovacion ", Rand Journal of Economics 31.4
(invierno 2000) : . . 674-92 , http://econ.bu.edu/kortum/rje_Winter '00_Kortum pdf
Como Paul Gompers y Josh Lerner dice " las entradas en fondos de capital riesgo se
han expandido desde practicamente cero a mediados de la decada de 1970 .... ",
Gompers y Lerner, el Ciclo de Capital de Riesgo , (Cambridge , Mass.: MIT Press,
1999) . Vease tambien Paul Gompers , " capital de Riesgo ", en B. Espen Eckbo ,

ed , Manual de Finanzas Corporativas : . empirico Finanzas Corporativas , en los
Manuales en serie Finanzas (Holland: Elsevier , de proxima publicacion) , en el
capitulo 11 , 2005 ,
http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/espen.eckbo/PDFs/Handbookpdf/CH11
VentureCapital.pdf .
80 . Una cuenta de como " nueva economia" tecnologias estan haciendo importantes
transformaciones a " vieja economia " industrias : Jonathan Rauch, " The New Old
Economia: Petroleo , Informatica, y la reinvencion de la Tierra, " Atlantic Monthly , 3
de enero de 2001.
81 . Departamento de Comercio, Oficina de Analisis Economico de EE.UU.
(http://www.bea.doc.gov), use el sitio y seleccione Tabla 1.1.6 :
http://www.bea.doc.gov/bealdn/nipaweb/ SelectTable.asp ? Selected = N.
82 . Departamento de Comercio de EE.UU. , Oficina de Analisis Economico ,
http://www.bea.doc.gov . Los datos para 1920-1999 : Programa de Poblacion de las
estimaciones de la Division de Poblacion de la Oficina del Censo de EE.UU. , "
historicas Estimaciones de la Poblacion Nacional : 01 de julio 1900 a julio I, 1999 , "
http://www.census.gov/popest/archivesl1990s/popdockest.txt ; datos para 2000-
2004 : http://www.census.gov/popest/states/tables/NST-EST2004-01.pdf
83 . " La economia mundial : de la recuperacion a la expansion , " Resultados de
Perspectivas Economicas Globales 2005 : Comercio, Regionalismo y la Prosperidad
(Banco Mundial, 2004) ,
http://globaloutlook.worldbank.org/globaloutlook/outside/globalgrowth.aspx ,
"Banco Mundial : 2004
Crecimiento Economico Ascensores Millones de Pobreza, "Voice of America News,
http://www.voanews.com/english/2004-11-17-voa41.cfrn .
84 . Marcos Bils y Peter Klenow , " la aceleracion del crecimiento de

variedades ",
American Economic Review 91,2 (mayo de 2001) : 274-80 ,
http://www.klenow.com/Acceleration.pdf .
85 . Veanse las notas 84 , 86 y 87 .
86 . Departamento de Trabajo, Oficina de Estadisticas Laborales,
informe de noticias,
03 de junio 2004 EE.UU. . Puede generar informes de productividad
en
http://www.bls.gov/bls/productivity.htm
87 . Oficina de Estadisticas Laborales , el Indice de Major Sector
productividad
multifactorial , el sector manufacturero : la produccion por hora
todas las personas
(1996 = 100), http://data.bls.gov/PDQ/outside.jsp?survey=mp
(Requires JavaScript:
seleccione " Manufacturing ", " la produccion por hora todas las
personas ", y el ano
de partida 1949) , o http://data.bls.gov/cgi-bin/srgate (utilice "
MPU300001 "serie"
AllYears " y Formato 2) .
88 . George M. Scalise , la Asociacion de la Industria de
Semiconductores , en el "
Almuerzo Direccion: La Perspectiva de la Industria de
Semiconductores , " 2004
Productividad y ciclicidad de Semiconductores : tendencias,
Implicaciones y
Preguntas - Informe de un Simposio (2004) (National Academies
Press, 2004) , p .
40 , http://www.nap.edu/openbook/0309092744/html/index.html .
89 . Los datos de Kurzweil Applied Inteligencia , ahora parte de
ScanSoft (antes
Kurzweil Computer Productos).
90 . eMarketer, "E -Business en el 2003 : Como Internet esta
transformando las
empresas , las industrias y los Economia - experiencia en Numeros
", febrero de
2003; " EE.UU. B2C E -Commerce superar los US $ 90 mil millones
en 2003 ", 30
de abril de 2003, http://www.emarketer.com/Article.aspx?1002207
y" B2B de
comercio electronico en todo el mundo a superar los $ 1 trillon para
el fin de ano "19,
marzo de 2003, http://www .emarketer.com / Article.aspx ? 1002125
.

91 . Las patentes se utilizan en esta tabla son , segun lo descrito por la Oficina de
Patentes y Marcas de EE.UU. , "patentes de invencion ", tambien conocidos como las
patentes "utilidad" . La Oficina de Marcas y Patentes de EE.UU. y la tabla de
actividad anual Patente EE.UU. ,
http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/h_counts.htm .
92 . El tiempo de duplicacion por su participacion en la economia es de veinte y tres
anos. EE.UU. Departamento de Comercio, Economia y Administracion de
Estadisticas , " The Emerging Digital Economy ", figura 2 ,
http://www.technology.gov/digeconomy/emerging.htm .
93 . El tiempo de duplicacion de los gastos de educacion de dolar por habitante es de
veinte y tres anos. Centro Nacional para Estadisticas de la Educacion , Compendio de
Estadisticas de la Educacion , 2002 , http://nces.ed.gov/pubs2003/
digest02/tables/dt030.asp .
94 . Las Naciones Unidas estiman que la capitalizacion bursatil mundial total en 2000
tenia treinta y siete billones de dolares . Naciones Unidas, "Perfil Global Finance, "
Informe del Grupo de Alto Nivel de Financiacion para el Desarrollo , junio de 2001 ,
http://www.un.org/reports/financing/profile.htm .
Si nuestra percepcion de las futuras tasas de crecimiento fueron aumentando (en
comparacion con las expectativas actuales) por una tasa compuesta anual de tan solo
el 2 por ciento , y teniendo en cuenta una tasa de descuento (para el descuento de los
futuros valores de hoy), de 6 por ciento, entonces teniendo en cuenta el aumento de
la presencia valor resultante de solo veinte anos de futuro compuesto y descuento
(adicional) de crecimiento , los valores actuales se triplicara . Como senala el
posterior dialogo fuera , este analisis no tiene en cuenta el probable aumento de la
tasa de descuento que se derivarian de una percepcion de mayor crecimiento en el
futuro tal.

Capítulo tres:
El logro de la capacidad computacional del cerebro humano

1 . Gordon E. Moore, " abarrotar Mas componentes en los circuitos integrados, "
Electronica 38.8 (abril 19 , 1965) : 114-17 ,
ftp://download.intel.com/research/silicon/moorespaper.pdf .

2 . Proyeccion inicial de Moore en este articulo de 1965 fue que el numero de
componentes se duplicaria cada ano. En 1975 este fue revisado para cada dos anos.
Sin embargo, esto mas que duplica -precio cada dos anos, ya que los componentes
mas pequenos corren mas rapido (porque la electronica tienen menos distancia para
viajar) . Asi que en general calidad-precio (para el costo de cada ciclo de transistor)
ha estado viniendo a la mitad aproximadamente cada trece meses.

3 . Paolo Gargini citado en Ann Steffora Mutschler , "Ley de Moore llego para
quedarse ", ElectronicsWeekly.com , 14 de julio de 2004,
http://www.electronicsweekly.co.uk/articles/ article.asp ? LiArticleID = 36829 . Ver
tambien Tom Krazit , "Intel se prepara para los proximos 20 anos de fabricacion de
chips ", Computerworld , 25 de octubre de 2004,
http://www.computer
world.com/hardwaretopics/hardware/story/0 , 10801,96917,00 . HTML .

4 . Michael Kanellos , " chips " de gran altura " chivato en el mercado ", CNET
News.com , 13 de julio de 2004, http://zdnet.com.com/2100-1103-5267738.html .

5 . Benjamin Fulford , " Los fabricantes de chips se estan quedando sin Room : La
respuesta podria estar en 3 -D ", Forbes.com , 22 de julio de 2002,
http://www.forbes.com/forbes/2002/0722/173_print.html .

6 . NTT comunicado de prensa , " Nanofabrication tres dimensiones utilizando
litografia por haz de electrones , " 02 de febrero 2004 ,
http://www.ntt.co.jp/news/news04e/0402/040202.html .

7 . Laszlo Forro y Christian Schonenberger , " Los nanotubos de carbono , Materiales
para el Futuro ", Europhysics News 32,3 (200l) ,
http://www.europhysicsnews.com/full/09/article3/article3.html .

Vease tambien
http://www.research.ibm.com/nanoscience/nanotubes.html para una vision general de
los nanotubos .
8 . Michael Bernstein, comunicado de prensa de la Sociedad Quimica Americana , "
transistores de nanotubos de alta velocidad podria conducir a mejores telefonos
celulares , computadoras mas rapidas ", 27 de abril de 2004,
http://www.eurekalert.org/pub_releases/2004-04/acs-nt042704 . php
.
9 . Estimo un transistor basado en nanotubos y los circuitos y las conexiones de
soporte requieren aproximadamente un cubo de diez nanometros (el propio transistor
sera una fraccion de este) , o 103 nanometros cubicos . Esto es conservador , puesto
que los nanotubos de una sola pared son solo un nanometro de diametro . Una
pulgada = 2,54 cm = 2,54 ° 107 nanometros. Por lo tanto , un cubo de 1 pulgada =
2,543 °
1021 = 1.6 ° 1022 nanometros cubicos . Asi que un cubo de una pulgada podria
proporcionar 1,6 ° 1.019 transistores. Con cada equipo que requiere aproximadamente 107 transistores (que es un aparato mucho mas compleja que la
que comprende los calculos en una conexion interneuronal humano) , podemos
apoyar sobre 1012 (un billon) computadoras paralelas .
Un ordenador basado en transistores de nanotubos en 1012 calculos por segundo
(basado en la estimacion de Burke) nos da una estimacion de la velocidad de 1.024
cps para el cubo de una pulgada de circuitos de nanotubos . Vease tambien Bernstein,
" transistores de nanotubos de alta velocidad . "
Con una estimacion de 1.016 cps para la emulacion funcional del cerebro humano
(vease la discusion mas adelante en este capitulo) , esto nos da alrededor de 100
millones (108) equivalentes humanbrain . Si utilizamos los mas conservadores
estiman 1.019 cps necesarios para la simulacion neuromorfica

(simulando cada
linealidad en todos los componentes neural , vease la discusion posterior de este
capitulo) , un cubo de una pulgada de circuitos de nanotubos proporcionaria solo cien
mil equivalentes humana del cerebro .
10 . "Hace solo cuatro anos nos medimos por primera vez cualquier transporte
electronico a traves de un nanotubo .
Ahora , estamos explorando lo que puede hacerse y lo que no puede en terminos de
dispositivos de una sola molecula . El siguiente paso sera pensar en como combinar
estos elementos en circuitos complejos ", dice uno de los autores , Cees Dekker, de
Henk W. Cap. Postma et al. , " Nanotubos de carbono transistores de un solo electron
a temperatura ambiente " Ciencia 293.5527 (6 de julio , 2001) : 76 a 129 , se describe
en la Asociacion Americana para el Avance de la Ciencia comunicado de prensa , "
Interruptores Nano -transistor con solo un electron puede ser ideal para las
computadoras moleculares , Estudio ciencia demuestra , " http:/ / www.eurekalert.org/pub_releases/2001-07/aaft-nsw062901.php .
11 . Los investigadores de IBM resolver un problema en la fabricacion de nanotubos .
Cuando hollin de carbon se calienta para crear los tubos , un gran numero de tubos
metalicos no utilizables se crean junto con los tubos de semiconductores adecuados
para los transistores . El equipo incluye dos tipos de nanotubos en un circuito y luego
se usa pulsos electricos para romper los indeseables - un enfoque mucho mas
eficiente que la cereza - recogiendo los tubos deseables con un microscopio de fuerza
atomica . Mark K. Anderson, " Mega pasos hacia la Nanochip , " Wired News , 27 de
abril de 2001, en http://www.wired.com/news/technology/0 , 1282,43324,00 . html,
refiriendose a Philip G. Collins, Michael S. Arnold y Phaedon Avouris , " Ingenieria
de nanotubos de carbono y circuitos de nanotubos Usando

Distribucion Electrica ,
"Ciencia 292.5517 (27 de abril , 2001) : 706-9 .
12 . " Un nanotubo de carbono , que se parece a la tela metalica enrollada cuando se
examina a nivel atomico , es de decenas de miles de veces mas delgadas que un
cabello humano , pero muy fuertes . " Universidad de California en Berkeley
comunicado de prensa , "Los investigadores Crea Primer Circuito de silicio cada vez
mas integrada con transistores de nanotubos ", 5 de enero de 2004,
http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2004/01/05_nano.shtml , refiriendose a
Yu -Chih Tseng et al, "La integracion monolitica de dispositivos de nanotubos de
carbono con silicio MOS Technology, " Nano Letters 4.1 (2004) : . 123-27 ,
http://pubs.acs.org/cgi bin / sample.cgi / nalefd/2004/4/i01/pdf/nl0349707.pdf .
13 . R. Colin Johnson, " Los nanotubos de IBM puede permitir chips Molecular
escala" EETimes , 26 de abril de 2001,
http://eetimes.com/article/showArticle.jhtml?articleId = 10807704 .
14 . Avi Aviram y Mark A. Ratner , " rectificadores moleculares, quimicos " Physics
Letters (15 de noviembre de 1974) : 277-83 , mencionada en el Charles M. Lieber , "
The Incredible Shrinking Circuit , " Scientific American (septiembre de 2001) , en
http://www.sciam.com y http://www-mcg.uni r .de / downloads / lieber.pdf . El
rectificador de una sola molecula se describe en Aviram y Ratner podria pasar
corriente preferentemente en cualquier direccion .
15 . Will Knight, " solo atomo de memoria del dispositivo almacena datos , "
NewScientist.com , 10 de septiembre de 2002,
http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99992775 , refiriendose a
Bennewitz R. et al. , " memoria escala atomica en una superficie de silicio , " La
nanotecnologia 13 (julio 4,2002) : 499-502 .
16 . Su transistor esta hecho de fosfuro de indio y arseniuro de indio

y galio .
Universidad de Illinois en el comunicado de prensa Urbana -Champaign , " Illinois Investigadores crean mas rapido Transistor - Una vez mas, del mundo" http://www.eurekalert.org/pub_ releases/2003-11/uoia-irc110703.php .
17 . Michael R. Diehl et al, " Redes de cableado Nanotubos de Carbono deterministas autoensambladas " Angewandte Chemie International Edition 41.2 (2002) : . . 353-56 ; CPCollier et al , " Puertas logicas moleculares basados electronicamente configurables , " Ciencia 285.5426 (julio de 1999) : 391-94 . Ver http://www.its.caltech.edu/ ~ heathgrp/papers/Paperfiles/2002/diehlangchemint.pdf y http://www.cs.duke.edu/ ~ thl / papers / Heath.Switch.pdf .
18 . Los nanotubos " roseta " disenado por el equipo de Purdue contienen carbono, nitrogeno , hidrogeno , y oxigeno . Las rosetas autoensamblan porque sus interiores son hidrofobos y sus exteriores son hidrofilas , por lo tanto , para proteger su interior de agua, las rosetas se apilan en los nanotubos . " Las propiedades fisicas y quimicas de los nanotubos de roseta ahora pueden ser modificados casi a voluntad a traves de una novela de marcado enfoque", segun el investigador principal Hicham Fenniri . R. Colin Johnson, " Los investigadores de Purdue Construir Made- to-Order nanotubos ", EETimes , 24 de octubre de 2002, http://www.eetimes.com/article/showArticle.jhtml?articleId=18307660 ; Fenniri H. et al. , " entropicamente Conducido auto-ensamblaje de nanotubos Rosette multicanal ", Actas de la Academia Nacional de Ciencias 99 , supp1 . 2 (30 de abril , 2002): 6487-92 ; comunicado de prensa de Purdue , " Los nanotubos adaptables dar paso a estructuras hechas a medida , cables , " http://news.uns.purdue.edu/UNS/html4ever/020311.Fenniri . scaffold.html .
Un trabajo similar se ha hecho por los cientificos en los Paises

Bajos: Gaia Vince ,
"Nano - Transistor autoensambla Uso Biologia, " NewScientist.com , 20 de
noviembre de 2003, http://www.newscientist.com/news/news.jsp ? id = ns99994406 .
19 . Liz Kalaugher , " Litografia establece una conexion para dispositivos de
nanocables ", 9 de junio de 2004,
http://www.nanotechweb.org/articles/news/3/6/6/1 ,
refiriendose a Song Jin et al. , " Scalable interconexion e integracion de los
dispositivos de nanocables sin registro " Nano Letters 4.5 (2004) : 915-19 .
20 . . Chao Li et al , " Memoria multinivel Basado en Molecular Devices , " Applied
Physics Letters 84,11 (marzo 15,2004) : 1949-1951 . Vease tambien
http://www.technologyreview.com/articles/rnb_051304.asp?p=1 . Ver tambien
http://nanolab.usc.edu/PDF % 5CAPL84 - 1949.pdf .
21 . Gary Stix , "Nano Patrones ", Scientific American (9 de febrero , 2004) ,
http://www.sciam.com/print_version.cfm?articleID=000170D6-C99F-l01E-
861F83414B7F0000 ; Michael Kanellos , "IBM Obtiene circuitos de chips de Dibuja
si mismos ", CNET News.com , http://zdnet.com.com/2100-1103-5114066.html .
Vease tambien http://www.nanopolis.net/news_ind.php?type_id=3 .
22 . IBM esta trabajando en chips que reconfiguran automaticamente cuando es
necesario , como por ejemplo mediante la adicion de memoria o aceleradores. "En el
futuro , el chip tiene no puede ser el chip que compro ", dijo Bernard Meyerson , jefe
de tecnologia de IBM Systems and Technology Group. Comunicado de prensa de
IBM, "IBM Planes primer microprocesador abiertamente adaptable de la industria , "
http://www.ibm.com/investor/press/mar-2004/31-03-04-1.phtml .
23 . BBC News, "Breakthrough " nanocables " Aclamado " 1, abril de 2003,
http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/2906621.stm . Articulo publicado es Thomas

Scheibel et al, " La realizacion de nanocables Construido por controlado autoensamblaje
de las fibras amiloides y selectivo del metal de deposicion ", Actas de la
Academia Nacional de Ciencias de 100,8 (Abril 15,2003) . 4527-32 , publicados en
linea el 02 de abril , 2003 ,
http://www.pnas.org/cgi/content/full/100/8/4527 .
24 . Comunicado de prensa de la Universidad de Duke, "Las moleculas de ADN "
programa " Los cientificos de Duke auto ensamblarse en nanoestructuras con dibujos
", http://www.eurekalert.org/pub_releases/2003-09/du-ds092403.php , refiriendose a
Hao Yan et al. , "DNA - con plantilla auto-ensamblaje de matrices de proteinas y
nanocables de alta conductividad , " Ciencia 301.5641 (26 de septiembre , 2003) :
1882-1884 . Ver tambien http://www.phy.duke.edu/ ~ gleb / Archivos_PDF /
DNA_science.pdf .
25 . Ibid .
26 . He aqui un ejemplo del procedimiento para resolver lo que se llama el problema
de viajar - vendedor. Tratamos de encontrar una ruta optima para un viajero hipotetica
entre varias ciudades sin tener que visitar una ciudad mas de una vez . Solo ciertos
pares de ciudades estan conectadas por rutas , por lo que encontrar el camino correcto
no es sencillo.
Para resolver el problema de viajar - vendedor , matematico Leonard Adleman, de la
Universidad del Sur de California realiza los siguientes pasos :
1 . Generar una pequena cadena de ADN con un codigo unico para cada ciudad .
2 . Replicar cada uno de tales cadena (uno para cada ciudad) billones de veces
usando PCR .
3 . A continuacion, poner las piscinas de ADN (una para cada ciudad), asi como en
un tubo de ensayo. Este paso se utiliza para enlazar DNA'saffinity hebras juntos.
Hebras mas largas formaran automaticamente . Cada uno de tales

hebra representa
una posible ruta de multiples ciudades . Las pequenas cadenas que representan cada
eslabon de la ciudad con los demas de una manera aleatoria , por lo que no hay
certeza matematica que se formara una cadena vinculada representa la respuesta
correcta (secuencia de las ciudades) . Sin embargo, el numero de hilos es tan grande
que es casi seguro que al menos una de las cadenas - y probablemente millones - se
forman que representa la respuesta correcta.
Los siguientes pasos utilizan enzimas especialmente disenadas para eliminar los
miles de millones de filamentos que representan las respuestas incorrectas , dejando
solo las cadenas que representan la respuesta correcta : 4 . Utilice moleculas llamadas
" primers " para destruir las cadenas de ADN que no comienzan con la ciudad de
inicio , asi como aquellos que no terminan con la ciudad, al final , y luego replicar los
hilos supervivientes , mediante PCR.
4 . Utilice una reaccion enzimatica para eliminar esas cadenas de ADN que
representan una trayectoria de desplazamiento mayor que el numero total de ciudades
5 . Utilice una reaccion enzimatica para destruir las cadenas que no incluyan la
ciudad 1 . Repita el proceso para cada una de las ciudades.
6 . Ahora , cada una de las hebras que sobreviven representa la respuesta correcta .
Replicar estos hilos supervivientes (mediante PCR) hasta que hay miles de millones
de estas cadenas.
7 . Usando una tecnica llamada electroforesis , lectura a la secuencia de ADN de estas
hebras correctos (como un grupo) . La lectura se ve como un conjunto de lineas
distintas , que especifica la secuencia correcta de las ciudades.
Ver Adleman LM, " Computacion Molecular de soluciones para los problemas
combinatorios " Ciencia 266 (1994) : 1021-1024 .
27 . Charles Choi , "ADN Computer Establece Record Guinness , "

http://www.upi.com/view.cfm?StoryID=20030224-045551-7398r . . Ver tambien Y.
Benenson et al, " Molecula de ADN proporciona una maquina de computacion de los
datos y de combustible ", Actas de la Academia Nacional de Ciencias de 100,5 (4 de
marzo , 2003) : 2191-96 , disponible en http://www . . herramienta pubmedcentral.nih.gov / articlerender.fcgi = PubMed y pubmedid = 12601148 ; Y.
Benenson et al, " Una computadora Autonoma Molecular para el Control logico de la
expresion genica , " Nature 429.6990 (Mayo 27,2004) : 423-29 (publicado . en linea ,
28 de abril de 2004) , disponible en
http://www.wisdom.weizmann.ac.il/ ~
udi/ShapiroNature2004 . pdf .
28 . Comunicado de prensa de la Universidad de Stanford , " ' espintronica ' podria
permitir una nueva generacion de dispositivos electronicos , fisicos dicen , "
http://www.eurekalert.org/pub_releases/2003-08/su-ce080803.php , refiriendose a
Shuichi Murakami, Naoto Nagaosa y Shou -Cheng Zhang, " Dissipationless Quantum
giro actual a temperatura ambiente, " Ciencia 301.5638 (5 de septiembre , 2003) :
1348-1351 .
29 . Celeste Biever , " basado en el silicio Imanes Boost espintronica "
NewScientist.com , 22 de marzo de 2004,
http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99994801 , refiriendose a Steve
Pearton", a base de silicio espintronica " Nature Materials 3.4 (abril de 2004) : 203-4
30 . Will Knight, " imagen digital almacenada en la molecula individual , "
NewScientist.com , 1 de diciembre de 2002,
http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99993129 , refiriendose a Anatoly
K. KHITRIN , Vladimir L . Ermakov y BM Fung, " Fotografia de Resonancia
Magnetica Nuclear Molecular, "Diario de la Quimica Fisica 117.15 (octubre 15,2002)
: 6903 - { 5 .

31 . Reuters, "Proceso a la Velocidad de la Luz ", Wired News, http://www.wired.com/news/technology/0 , 1282,61009,00 . HTML .
32 . Hasta la fecha , el mayor numero de tenerse en cuenta es una de 512 bits , de
acuerdo con RSA Security.
33 . Stephan Gulde et al. , "Aplicacion del algoritmo de Deutsch-Iozsa en una trampa
de iones- Quantum
Computer, "Nature 421 (Enero 2,2003) . 48-50 Ver http://heart c704.uibk.ac.at/Papers/Nature03 Gulde.pdf .
34 . Dado que actualmente estamos duplicando el precio - rendimiento de
computacion cada ano, un factor de mil requieren diez duplicaciones , o diez anos .
Pero tambien somos (lentamente) la disminucion de la propia duplicada en un
tiempo, por lo que la cifra real es de ocho anos.
35 . Cada aumento de mil posterior si se produce a un ritmo ligeramente mas rapido.
Vease la nota anterior .
36 . Hans Moravec , "Rise of the Robots ", Scientific American (diciembre de
1999) : 124-35 , http://www.sciam.com y http://www.frc.ri.cmu.edu/ ~ HPM /
proyecto. archive/robot.papers/1999/SciAm.scan.html . Moravec es profesor en el
Instituto de Robotica de la Universidad Carnegie Mellon. Su Laboratorio Robot
Movil explora como utilizar las camaras , sonares y otros sensores para dar robots 3
-D la percepcion espacial . En el 1990, se describen una serie de generaciones de
robots que "esencialmente [es] nuestra descendencia , por medios no convencionales
. En ultima instancia , creo que son por su cuenta y que van a hacer cosas que no
podemos imaginar o entender - ya sabes, como hacen los ninos " (Nova entrevista en
linea con Hans Moravec , octubre de 1997 , http://www .pbs.org / WGBH / nova /
robots / moravec.html) Sus libros Mind Children : . El futuro del robot y la
Inteligencia humana y Robot : Mere Machine to Mind Trascendente explorar las

capacidades de las generaciones de robots actuales y futuras.
Divulgacion: El autor es un inversor y en la junta de directores de empresa de
robotica de Moravec , SEEGRID .
37 . Aunque las instrucciones por segundo y usadas por Moravec y calculos por
segundo son un poco diferentes conceptos , se trata de cerca lo suficiente a los efectos
de estas estimaciones de orden de magnitud . Moravec desarrollo las tecnicas
matematicas para su vision robot independientes de los modelos biologicos, pero las
similitudes (entre los algoritmos de Moravec y aquellos realizados biologicamente)
se observo despues de los hechos . Funcionalmente , los calculos de Moravec recrear
lo que se lleva a cabo en estas regiones neurales , las estimaciones para
computacionales basados en algoritmos de Moravec son apropiados para determinar
lo que se requiere para lograr transformaciones funcionalmente equivalentes .
38 . Lloyd Watts, "Simulacion por eventos de Redes de Neuronas Rematar, " septimo
Neural Information Processing Systems Conference Fundacion , 1993 ; LloydWatts ,
"El modo Coupling - Aproximacion Liouville -Green para un modelo coclear
bidimensional ", Revista de la Sociedad Acustica de America 108.5 (noviembre de
2000) : 2266-71 . Watts es el fundador de Audience , Inc. , que se dedica a la
aplicacion de la simulacion funcional de las regiones del sistema auditivo humano
para aplicaciones de procesamiento de sonido, incluyendo la creacion de una forma
de pre-procesamiento de sonido para sistemas de reconocimiento de voz automatico.
Para obtener mas informacion, consulte neuroscience.shtml http://www.lloydwatts.com/ .
Divulgacion: El autor es asesor del Publico.
39 . Patente de EE.UU. 20030095667 solicitud , la patente de EE.UU. y la Oficina de
Marcas , 22 de mayo de 2003.

40 . El Medtronic MiniMed de bucle cerrado pancreas artificial actualmente en
ensayos clinicos en humanos esta regresando resultados alentadores . La compania ha
anunciado que el dispositivo debe estar en el mercado dentro de los proximos cinco
anos. Comunicado de prensa de Medtronic, " Medtronic Soporta reconocimiento de
Pancreas Artificial Fundacion de Investigacion de Diabetes Juvenil de como una "
cura " potencial para la diabetes ", de marzo de 23 , 2004 ,
http://www.medtronic.com/newsroom/news_2004323a.html . Estos dispositivos
requieren un sensor de glucosa , una bomba de insulina , y un mecanismo de
retroalimentacion automatica para controlar los niveles de insulina (Federacion
Internacional de Hospitales , "El progreso en el desarrollo del pancreas artificial para
tratar la diabetes ",
http://www.hospitalmanagement.net/informer/technology/Tech10)
. Roche tambien esta en la carrera para producir un pancreas artificial para el ano2007
Ver
http://www.roche.com/pages/downloads/science/pdf/rtdcmannh02-6.pdf .
41 . Una serie de modelos y simulaciones se han creado sobre la base de los analisis
de las neuronas individuales y conexiones interneuronales . Tomaso Poggio escribe: "
Un punto de vista de la neurona es que es mas como un chip con miles de puertas
logicas - equivalentes- en lugar de un unico elemento de umbral ", Tomaso Poggio ,
comunicacion privada a Ray Kurzweil , enero de 2005 .
Vease tambien T. Poggio y C. Koch , " Las sinapsis que calculan Motion ", Scientific
American 256 (1987) : 46-52 .
C. Koch y T. Poggio , " Biofisica de Sistemas Computacionales : neuronas, sinapsis,
y membranas ", en la funcion sinaptica , GM Edelman , NOSOTROS Gall y WM
Cowan , eds . (Nueva York : John Wiley and Sons , 1987) , pp 637-97 .

Otro conjunto de modelos de neurona - nivel y simulaciones detalladas esta siendo
creado en la Universidad de Neuroingenieria Laboratorio de Investigacion de
Pennsylvania sobre la base de la funcion cerebral ingenieria inversa a nivel de las
neuronas . Dr. Leif Finkel , director del laboratorio , dice: "En este momento estamos
construyendo un modelo celular a nivel de una pequena porcion de la corteza visual.
Es una simulacion muy detallada informatico que refleja con cierta precision , al
menos las operaciones basicas de las neuronas reales. [Mi colega Kwabena Boahen]
tiene un chip que modela con precision en la retina y produce picos de salida que se
aproximen a retinae real. "Ver http://nanodot.org/article.pl?sid=0l/12/18/1552221 .
Comentarios de estos y otros modelos y simulaciones a nivel de las neuronas indican
que un estimado de 103 calculos por transaccion neural (una sola transaccion que
implique la transmision de la senal y cero en una sola dendrita) es un limite superior
razonable . La mayoria de las simulaciones utilizan considerablemente menos que
esto.
42 . Los planes de Blue Gene / L, la segunda generacion de computadoras Blue
Gene , se anunciaron a finales de 2001 . El nuevo superordenador , planeado para ser
quince veces mas rapido que las supercomputadoras de hoy y una vigesima parte del
tamano , esta siendo construido conjuntamente por el Laboratorio Nacional Lawrence
Livermore de la Agencia Nacional de Seguridad Nuclear y de IBM. En 2002 , IBM
anuncio que de codigo abierto Linux ha sido elegido como el sistema operativo para
las nuevas supercomputadoras . En julio de 2003, los chips de procesadores
innovadores para el superordenador , que son sistemas completos de fichas, estaban
en produccion. " Blue Gene / L es un emblema de lo que es posible

con el concepto
de sistema - en-un- chip. Mas 90 por ciento de este chip fue construido a partir de
bloques estandar en nuestra biblioteca de la tecnologia ", segun Paul Coteus , uno de
los responsables del proyecto (Timoteo Morgan, " Blue Gene / L de IBM Muestra
Off Design servidor Minimalista, " The Four Hundred, http :/ /
www.midrangeserver.com/tfh/tfh120103 story05.html) . en junio de 2004 , los
sistemas prototipo Blue Gene / L aparecio por primera vez en la lista de los diez
supercomputadoras . comunicado de prensa de IBM, "IBM mareas Past HP de plomo
en Supercomputacion Global, "
http://www.research.ibm.com/bluegene .
43 . Este tipo de red tambien se llama peer-to -peer , muchos-a - muchos, y " saltos
multiples , " En el , los nodos en la red se pueden conectar a todos los otros nodos o
para un subconjunto , y hay multiples rutas a traves nodos de malla a cada destino.
Estas redes son muy adaptables y auto -organizacion . " La firma de una red de malla
es que no hay ningun dispositivo orquestar central. En su lugar, cada nodo esta
equipado con equipos de comunicaciones de radio y actua como un punto de relevo
para los otros nodos . " Sebastian Rupley , " inalambricas: Redes Mesh , " PC
Magazine, Julio 1,2003 , http://www.pcmag.com/article2/0,. 1759,1139094,00 asp ;
Robert pobres " Wireless Mesh Networks ", sensores en linea , febrero de 2003 ,
http://www.sensorsmag.com/articles/0203/38/main.shtml ; Tomas Krag y Sebastian
Buettrich " Mesh de red inalambrica", O'Reilly Wireless DevCenter, 22 de enero de
2004,
http://www.oreillynet.com/pub/a/wirelessl2004/01/22/wirelessmesh. html .
44 . Carver Mead , fundador de mas de veinticinco empresas y titular de mas de
medio centenar de patentes, es pionera en el nuevo campo de los

sistemas
electronicos neuromorficos , circuitos modelados en el sistema nervioso y al cerebro .
Vease A. Carver Mead, " Sistemas Electronicos neuromorfica , " IEEE Proceedings
78,10 (octubre de 1990) : 1629-1636 . Su trabajo condujo a la pantalla tactil
ordenador y el chip coclear usado en audifonos digitales. 1999 Su empresa de nueva
creacion Foveon hace analogico imagen -sensores que imitan las propiedades de la
pelicula .
45 . Edward Fredkin , " Modelo de un fisico de la computacion ", Actas de la
vigesima sexta Recontre de Moriond , Textos de las simetrias fundamentales (1991):
283-97 , http://digitalphilosophy.org/physicists_model.htm .
46 . Gene Frantz , "Tendencias de procesamiento de senales digitales, " IEEE Micro
20,6 (noviembre / diciembre de 2000) : 52-59 ,
http://csdl.computer.org/comp/mags/mi/2000/06/m6052abs.htm .
47 . En 2004 Intel anuncio un interruptor " giro a la derecha " hacia la arquitectura de
doble nucleo (mas de un procesador en un chip) despues de llegar a un "muro
termica" (o "muro de potencia ") causada por el exceso de calor cada vez mas
rapidos procesadores de un solo :
http://www.intel.com/employee/retiree/circuit/righthandturn.htm .
48 . R. Landauer, " irreversibilidad y generacion de calor en el proceso de calculo , "
IBM Diario de Investigaciones para el Desarrollo 5 (1961) : 183-91 ,
http://www.research.ibm.com/journal/rd/053/ibmrd0503C.pdf .
49 . Charles H. Bennett, " reversibilidad logica de la Computacion , " IBM Journal of
Development Research 17 (1973) : 525-32 ,
http://www.research.ibm.com/journal/rd/176/ibmrd1706G.pdf ; Charles H . Bennett, "
la termodinamica de Computacion- comentario ", Revista Internacional de Fisica
Teorica 21 (1982) : 905-40 ; Charles H. Bennett, " demonios , motores, y la segunda
ley ", Scientific American 257 (noviembre de 1987) : 108-16 .
50 . Edward Fredkin y Tommaso Toffoli , "La logica conservadora ",

Revista
Internacional de Fisica Teorica 21 (1982) : 219-53 ,
http://digitalphilosophy.org/download_documents/ConservativeLogic
.pdf . Edward
Fredkin , " Modelo de un fisico de la computacion ", Actas de la
vigesima sexta
Recontre de Moriond , Pruebas de simetrias fundamentales
(1991) : 283-97 ,
http://www.digitalphilosophy.org/physicists_model.htm .
51 . Knight, " imagen digital almacenada en la molecula individual ",
en referencia a
KHITRIN et al . " Magnetica Nuclear
Resonancia Fotografia Molecular ", ver nota 30 supra .
52 . Diez millones de dolares (1010), los seres humanos en 1019
cps cada uno es
1029 cps para todos los cerebros humanos; 1042 cps es mayor que
este en un diez
billones de dolares (1013) .
53 . Fredkin , " Modelo de Fisico de la Computacion " , veanse las
notas 45 y 50
anteriores.
54 . Dos de estas puertas son la Puerta de Interaction, una de dos
entradas , cuatro
salidas universales puerta reversible -logic (diagrama de la puerta)
y la Puerta de
Feynman , una de dos entradas y tres salidas puerta reversible
universal - logica .
(diagrama de la puerta)
Ambas imagenes son de ibid . , P . 7 . 55 . Ibid . , P . 8 .
56 . C. 1 . Seitz et al, " nMOS Hot- reloj ", Actas de la Conferencia
1985 Chapel Hill
en VLSI (Rockville , Md.: Computer Science Press , 1985) . , Pp 1-
17 ,
http://caltechcstr.library.caltech . edu/archive/00000365 ; Ralph C.
Merkle , " logica
reversible electronico mediante el interruptor , " Nanotecnologia 4
(1993) : 21-40 ;
SG Younis y TF Knight, "Aplicacion practica de la Carga
Recuperacion asintotica de
la energia Cmos Zero ", Actas de la 1993
Simposio sobre Sistemas Integrados (Cambridge, Mass: MIT Press,
1993), pp 234-50
57 . Hiawatha Bray, " su proxima bateria ", Boston Globe , 24 de
noviembre de 2003,

http://www.boston.com/business/technology/articles/2003/11/24/your_next_battery .
58 . Seth Lloyd, "Limites fisicos Ultimate a Computation , " Nature 406 (2000) :
1047-1054 .
Los primeros trabajos sobre los limites del calculo hecho por Hans J. Bremermann en
1962 : Hans J. Bremermann , "Optimizacion traves de la evolucion y recombinacion ,
" en Yovits MC , CT Jacobi , c. D. Goldstein , eds . , Sistemas de auto-organizacion
(Washington , Carolina del Norte . Espartano Books , 1962) , pp 93-106 .
En 1984 Robert A. Freitas Jr. construyo sobre el trabajo de Bremermann en Robert A.
Freitas Jr. , " Xenopsychology , " Analog 104 (abril de 1984) : 41-53 , http://www.rfreitas.com/Astro/Xenopsychology.htm # SentienceQuotient .
59 . π ° maximo de energia (1.017 kg ° meter2/second2) / (6,6 ° 10-34) joules-seg
= ~ 5 ° 1050 operaciones / segundo .
60 . 5 ° 1050 cps es equivalente a 5 ° 1021 (5 billones de trillones) civilizaciones
humanas (cada uno requiere 1029 cps).
61 . Diez millones de dolares (1010), los seres humanos en 1016 cps cada uno es
1026 cps para la civilizacion humana. Asi que 5 ° 1.050 cps es equivalente a 5 ° 1024
(5 billones de billones) las civilizaciones humanas .
62 . Este calculo hace que la hipotesis conservadora de que hemos tenido diez mil
millones de seres humanos durante los ultimos diez mil anos, lo que obviamente no
es el caso . El numero real de los seres humanos ha estado aumentando gradualmente
en el pasado para llegar a alrededor de 6,1 millones de dolares en 2000 . Hay 3 ° 107
segundos en un ano , y 3 ° 1.011 segundos en diez mil anos. Por lo tanto, utilizando la
estimacion de 1026 cps para la civilizacion humana ,
El pensamiento humano mas de diez mil anos es equivalente a sin duda no mas de 3 °
1.037 calculos. El ultimo portatil realiza 5 o 1.050 calculos en un segundo. Asi

simulando diez mil anos de pensamientos diez mil millones de seres humanos ' se
toman sobre 10 a 13 segundos , que es una diez milesima parte de un nanosegundo.
63 . Anders Sandberg, " La fisica de los Superobjects Procesamiento de la
Informacion : La vida cotidiana de los cerebros de Jupiter ", diario de la evolucion y
Tecnologia 5 (22 de diciembre , 1999) ,
http://www.transhumanist.com/volume5/Brains2.pdf .
64 . Ver nota 62 supra ; 1042 cps es un factor de 10-8 a menos de 1.050 cps , por lo
que una diezmilesima parte de un nanosegundo se convierte en 10 microsegundos .
65 . Ver http://e-drexler.com/p/04/04/0330drexPubs.html una lista de publicaciones y
patentes de Drexler .
66 . A razon de $ 1012 y 1026 cps por cada mil dolares ($ 103) , obtenemos 1.035 cps
por ano a mediados de la Decada de 2040 . La razon de esto a los 1026 cps para todo
el pensamiento biologico en la civilizacion humana es de 109 (mil millones) .
67 . En 1984 Robert A. Freitas propuso una escala logaritmica de "cociente de
sensibilidad " (SQ) sobre la base de la capacidad computacional de un sistema . En
una escala que va desde -70 hasta 50 , los cerebros humanos salen a los 13 anos . La
supercomputadora Cray 1 sale a las 9 . Sensibilidad cociente de Freitas se basa en la
cantidad de calculo por unidad de masa . Un equipo muy rapido con un algoritmo
simple saldria con una alta SQ. La medida que describo para el calculo de esta
seccion se basa en 2 de Freitas e intenta tener en cuenta la utilidad de la computacion.
Asi que si un calculo mas simple es equivalente a la que realmente se ejecuta , a
continuacion, basamos la eficiencia computacional en el calculo equivalente (simple).
Tambien en mi medida , el calculo debe ser " util". Robert A. Freitas Jr. , "
Xenopsychology , " analogico 104 (abril de 1984) : 41-53 ,

http://www.rfreitas.comfAstro/Xeno psychology.htm # SentienceQuotient .
68 . Como dato interesante , grabados en el lado de las pequenas rocas tenian , de hecho, representan una forma temprana de almacenamiento informatico . Una de las primeras formas de lengua escrita , la escritura cuneiforme , que se desarrollo en Mesopotamia alrededor del ano 3000 antes de Cristo, utiliza marcas graficas en las piedras para almacenar informacion. Registros agricolas se mantuvieron como marcas cuneiformes sobre piedras colocadas en bandejas , y se organizan en filas y columnas. Estas piedras marcadas fueron esencialmente la primera hoja de calculo.
Uno de estos registros piedra cuneiforme es un artefacto preciado en mi coleccion de ordenadores historicos.
69 . Uno mil (103) bits es menor que la capacidad teorica de los atomos en la piedra para almacenar informacion (estimado en 1.027 bits) por un factor de 10-24 .
70 . 1 cps (100 cps) es menor que la capacidad teorica de calculo de los atomos en la piedra (estimado en 1.042 cps) por un factor de 10-42 .
71 . Edgar Buckingham, " Propulsion a Chorro de aviones, " informe NACA no. 159, en el Noveno Informe Anual de NACA -1923 (Washington , DC: NACA , 1924) , pp 75-90 . Ver http://naca.larc.nasa.gov/reports/1924/naca-report-159/ .
72 . Belle Dume , " Moves Microscopia al Picoscale , " PhysicsWeb , 10 de junio de 2004, http://physicsweb.org/artide/news/8/6/6 , refiriendose a Stefan Hembacher , Franz J. Giessibl y Iochen Mannhart , " Microscopia de Fuerza con sondas de luz Atom , " Ciencia 305.5682 (16 de julio , 2004): 380-83 . Este nuevo microscopio " armonico mas alto " fuerza , desarrollado por la Universidad de fisicos Augsburg , utiliza un solo atomo de carbono como una sonda y tiene una resolucion que es al menos tres veces mejor que la de los

microscopios de
barrido de efecto tunel tradicionales . .Como funciona: como se hace la punta de
tungsteno de la sonda a oscilar a amplitudes subnanometer , la interaccion entre el
atomo de punta y el atomo de carbono produce componentes armonicos mas altos en
el patron de la onda sinusoidal subyacente. Los cientificos midieron estas senales
para obtener una imagen ultra-alta resolucion del atomo de la punta que mostraba
caracteristicas solo 77 picometros (milesimas de nanometros) de diametro.73 . Henry
Fountain , "Nuevo detector puede probar el Principio de Incertidumbre de
Heisenberg ," New York Times, 22 de julio de 2003.
74 . Mitch Jacoby , " electron se mueve en attosegundos , " Chemical and
Engineering News 82.25 (21 de junio de 2004) : . 5 , en referencia a Peter
Abbamonte et al , " Imaging perturbaciones de densidad en el agua con un 41,3
Attosegundos tiempo de resolucion , " Physical Review Letters 92.23 (Junio
11,2004) : 237-401 .
75 . S. K. Lamoreaux y 1 . R. Torgerson , " La moderacion de neutrones en el reactor
natural de Oklo y la variacion temporal de Alfa , " Physical Review D 69 (2004) :
121701-6 , http://scitation.aip.org/getabs/servlet/GetabsServlet?prog = normales & id
= PRVDAQ000069000012121
701000001 y tipo_ID = cvips y gifs = si; Eugenie S. Reich , "Speed of Light puede
haber cambiado recientemente , " New Scientist , 30 de junio de 2004,
http://www.newscientist.com!news/news.jsp?id=ns99996092 .
76 . Charles Choi , "Programa de ordenador para enviar datos Back in Time ", UPI , 1
de octubre de 2002, http://www.upi.com/view.efm?StoryID=20021001-125805-3380r
; Todd Brun, " Las computadoras con Cerrado curvas temporales pueden resolver
problemas dificiles , " Fundacion de Physics Letters 16 (2003) : 245

-53 . Edicion
electronica , 11,2002 de septiembre de
http://arxiv.org/PS_cache/grqc/
pdf/0209/0209061.pdf .

Capítulo cuatro:
La consecución del Software de Inteligencia Humana :
Cómo realizar ingeniería inversa del cerebro humano

1 . Lloyd Watts, " Complejidad visualizar en el cerebro ", en D. Fogel y C. Robinson ,
eds , Inteligencia Computacional : . Hablan los expertos (Piscataway , NJ : IEEE
Press / Wiley, 2003) , http://www.lloydwatts . com / wcci.pdf .
2 . JG Taylor , B. Horwitz y KJ Friston, " El Cerebro Global : Imaging and Modeling,
" Neural Redes 13 , numero especial (2000) : 827 .
3 . Neil A. Busis , " Neurociencias en Internet, "
http://www.neuroguide.com ; "
neurocientificos con mejores herramientas en el cerebro , " Bio IT Boletin
http://www.bio it.world.com / noticias / 041503_report2345.html , " Proyectos de
cerebro para cosechar dividendos de empresas Neurotech , " Informes Neurotech ,
http://www.neurotechreports.com/pages/brainprojects.html .
4 . Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . 1 , las capacidades basicas , seccion
4.8.6 , " Seguimiento neuroelectrica no invasiva " (Georgetown , Tex : Landes
Bioscience, 1999) , pp 115-16 ,
http://www.nanomedicine.com/NMI/4.8.6.htm .
5 . El capitulo 3 analiza esta cuestion , vease la seccion " La capacidad computacional
del cerebro humano . "
6 . La investigacion de reconocimiento de voz y el desarrollo , Kurzweil Applied
Inteligencia, que funde en 1982 , ahora parte de ScanSoft (anteriormente Kurzweil
Computer Products) .
7 . Lloyd Watts, la patente de EE.UU. de aplicacion , la patente de EE.UU. y la
Oficina de Marcas , 20030095667 , 22 de mayo , 2003 , " Calculo de Tiempos de
Retardo de multiples sensores. " Resumen: . "Determinacion de un retardo de tiempo

entre una primera senal recibida en un primer sensor y una segunda senal recibida en
un segundo sensor se describe la primera senal se analiza para derivar una pluralidad
de canales de primera senal a diferentes frecuencias y la segunda senal se analiza para
derivar una pluralidad de segundos canales de senales a diferentes frecuencias . una
primera caracteristica se detecta que se produce en un primer tiempo en uno de los
primeros canales de senal . una segunda caracteristica se detecta que se produce en un
segundo tiempo en uno de los segundos canales de senal . La primera caracteristica se
corresponde con la segunda caracteristica , y la primera vez que se compara con el
segundo tiempo para determinar el tiempo de demora . " Ver tambien Nabil H.
Farhat , Patente de EE.UU. 20040073415 solicitud , la patente de EE.UU. y la
Oficina de Marcas , 15 de abril de 2004, " Brain Dynamical Modelo para su uso en
aplicaciones de procesamiento de datos " .
8 . Se calcula que el genoma comprimido en alrededor de treinta hasta cien millones
bytes (vease la nota 57 para el capitulo 2) , lo que es mas pequeno que el codigo
objeto para Microsoft Word y mucho mas pequeno que el codigo fuente . Consulte
los requisitos del sistema de Word 2003 20 de octubre de 2003
http://www.microsoft.com/office/word/prodinfo/sysreq.mspx .
9 . Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Epigenetics .
10 . Vease la nota 57 del capitulo 2 para un analisis de la informacion contenida en el
genoma , que estimo que 30 hasta 100 millones de bytes, por lo tanto, a menos de 109
bits. Consulte la seccion " Capacidad Humana de memoria" en el capitulo 3 (p. 126)
para mi analisis de la informacion en un cerebro humano , estimada en 1018 bits.
11 . Marie Gustafsson y Christian Balkenius , "Utilizacion de tecnicas de Web
Semantica para la validacion de los modelos cognitivos contra datos neurocientificos,

" AILS04 Workshop, SAIS / SSLS Taller (Sociedad de Inteligencia Artificial sueco;
Sociedad Sueca para Sistemas de Aprendizaje), abril 15-16, 2004 , Lund , Suecia,
www.lucs.lu.se/People/Christian.Balkenius/PDF/Gustafsson.Balkenius.2004.pdf .
12 . Vease la discusion en el capitulo 3 . En una referencia util , cuando se modela la
neurona por neurona, Tomaso Poggio y Christof Koch describen la neurona como
similar a un chip con miles de puertas logicas. Ver T. Poggio y C. Koch , " Las
sinapsis que calculan Motion ", Scientific American 256 (1987) : 46-52 . Tambien C.
Koch y T. Poggio , " Biofisica de Sistemas Computacionales : neuronas, sinapsis, y
membranas ", en la funcion sinaptica , GM Edelman , NOSOTROS Gall y WM
Cowan , eds . (Nueva York : John Wiley and Sons , 1987) , pp 637-97 .
13 . En Mead , ver
http://www.technology.gov/Medal/2002/bios/Carver_A._Mead.pdf . Carver Mead,
VLSI y Neuronales Sistemas analogicos (Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1986) .
14 . Vease la nota 172 en el capitulo 5 para una descripcion algoritmica de una red
neuronal de auto-organizacion y la nota 175 en el capitulo 5 para una descripcion de
un algoritmo genetico de auto-organizacion .
15 . Ver Gary Dudley et al. , "Sistemas autonomicos de recuperacion automatica en
una cruzada de productos entorno de TI ", Actas de la Conferencia Internacional
IEEE en Computacion Autonomica , Ciudad de Nueva York , mayo de 17-19, 2004 ,
http://csdl.computer.org/comp/proceedings/icac/2004/2114/00121140312.pdf ;
"Acerca
IBM Autonomic Computing ", http://www-3.ibm.com/autonomic/about.shtml y Ric
Telford, " La Arquitectura Autonomo Informatica ", 14 de abril de 2004,
http://www.dcs.st Andrews.

ac.uk/undergrad/current/dates/disclec/2003-2/RicTelfordDistinguished2.pdf .
16 . Christine A. Conceptos en Skarda y Walter J. Freeman, " El caos y la Nueva Ciencia del Cerebro " Neurociencia 1.2 (1990) : 275-85 .
17 . C. Geoffrey Woods " Cruzando la linea media, " La ciencia 304.5676 (4 de junio, 2004): 1455-1456 ; Stephen Matthews, " Programacion temprana del eje hipotalamo - hipofisis - suprarrenal , " Trends in Endocrinologia y Metabolismo 13.9 (Noviembre 1,2002) : 373-80 ; Justin Crowley y Lawrence Katz, " el desarrollo temprano de las columnas de dominancia ocular , " Ciencia 290.5495 (17 de noviembre. 2000) : . 1321-1324 ; Anna Penn et al, "La competencia en el patron retinogeniculadas Impulsada por la actividad espontanea , " Ciencia 279.5359 (27 de marzo , 1998) : . 2108-12 ; MV Johnston et al, " Esculpir el cerebro en desarrollo , "Avances en Pediatria 48 (2001) : 1-38 ; P.La Cerra y R. Bingham, " La naturaleza adaptativa de la Arquitectura neurocognitivo humano : un modelo alternativo ", Actas de la Academia Nacional de Ciencias 95 (15 de septiembre 1998) : 11290-94 .
18 . Las redes neuronales son modelos simplificados de neuronas que pueden autoorganizarse y resolver problemas. Ver nota 172 en el capitulo 5 para una descripcion algoritmica de las redes neuronales . Los algoritmos geneticos son modelos de evolucion mediante la reproduccion sexual de las tasas de mutacion controladas. Vease la nota 175 en el capitulo 5 para una descripcion detallada de los algoritmos geneticos. Los modelos de Markov son productos de una tecnica matematica que son similares en algunos aspectos a las redes neuronales .
19 . Aristoteles, las obras de Aristoteles , trad. WD Ross (Oxford: Clarendon Press, 1908/52 (vease, en particular , Fisica) , vease tambien

http://www.encyclopedia.com/html/section/aristotl_philosophy.asp .
20 . ED Adrian , La Base de Sensation : La Accion de Organos de los Sentidos
(Londres, Christopher , 1928) .
21 . AL Hodgkin y AF Huxley , " potenciales de accion registrados en el interior de
una fibra nerviosa , " Naturaleza 144 (1939) : 710-12 .
22 . AL Hodgkin y AF Huxley , " una descripcion cuantitativa del actual membrana y
su Aplicacion a la conduccion y la excitacion de los nervios ", Journal of Physiology
117 (1952) : 500-544 .
23 . WS McCulloch y W. Pitts, " Un calculo logico de las ideas inmanentes en la
actividad nerviosa ", Boletin de Biofisica Matematica 5 (1943) : 115-33 . Este
trabajo seminal es muy dificil de entender. Para una introduccion clara y una
explicacion , consulte " un modelo de computadora de la neurona ", la Mind Project ,
la Universidad Estatal de Illinois,
http://www.mind.ilstu.edu/curriculum/perception/mpneuron1.html .
24 . Vease la nota 172 en el capitulo 5 para una descripcion algoritmica de las redes
neuronales .
25 . E. Salinas y P. Thier , " ganancia de modulacion: A Principio Computacional
Mayor de la central Sistema nervioso, " Neurona 27 (2000) : 15-21 .
26 . KM O'Craven y RL Savoy, "La atencion voluntaria puede modular la actividad
fMRI en humanos MT / MST , " Investigacion Oftalmologico Vision Science 36
(1995) : S856 (Suplemento) .
27 . Marvin Minsky y Seymour Papert , Perceptrones (Cambridge , Mass.: MIT
Press, 1969) .
28 . Frank Rosenblatt , Cornell Aeronautical Laboratory , " El Perceptron : un modelo
probabilistico para Almacenamiento y Organizacion en el cerebro , " Psychological
Review 65.6 (1958) : 386-408 , vease Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/
Perceptron .

29 . O. Sporns , G. Tononi y Edelman GM " , conectividad y Complejidad : La
relacion Entre Neuroanatomia y Cerebro Dinamica , " Redes Neuronales 13,8-9
(2000) : 909-22 .
30 . . Hahnloser RH et al, "Seleccion y Amplificacion Digital Analogico coexistir en
un circuito de silicio Cortex- inspirado , " Nature 405.6789 (22 de junio de 2000) :
947-51 ; " del MIT y Bell Labs investigadores Crea circuito electronico que imita los
circuitos cerebrales , " MIT News , 21 de junio de 2000,
http://web.mit.edu/newsoffice/nr/2000/machinebrain.html .
31 . Manuel Trajtenberg , el analisis economico de la innovacion de producto : el caso
de CT Scanners (Cambridge , Mass.: Harvard University Press, 1990), Michael H.
Priebe , Ph.D. , presidente , CEO , Neuromed GmbH , PM . L. Robitaille , AM
Abduljalil y A. Kangarlu , "Imagenes Ultra Alta Resolucion de la cabeza humana a
las 8 de Tesla : 2K x 2K para el Y2K , " Journal of Computer Assisted Tomography
24,1 (enero- febrero de 2000) : 2-8.
32 . Seong -Gi Kim, " Avances en la comprension de las senales de imagen funcional,
" Actas de la Academia Nacional de Ciencias de 100,7 (1 de abril , 2003) : 3550-52 ,
http://www.pnas.org/cgi/content/full/100 / 7/3550 . Vease tambien Seong - Gi Kim et
al . , " Localizada
Cerebral Blood Flow respuesta a una resolucion submilimetrica columnas ", Actas de
la Academia Nacional de Ciencias de 98.19 (Septiembre 11,2001) : 10904-9 , httpi / /
www.pnas.org/cgi/content/abstract/98/19/10904 .
33 . KK Kwong et "Dynamic resonancia magnetica de la actividad cerebral humana
durante al. , Estimulacion sensorial primaria ", Actas de la Academia Nacional de
Ciencias de 89.12 (15 de junio de 1992) : 5675-79 .
34 . Roy CS y CS Sherrington , " Sobre la regulacion del suministro de sangre del
cerebro ", Journal of Fisiologia 11 (1890) : 85-105 .

35 . MI Posner et al, " La localizacion de las operaciones cognitivas en el cerebro
humano , " Ciencia 240.4859 (17 de junio , 1988) : . 1627-1631 .
36 . FM Mottaghy et al. " , La Facilitacion de la denominacion de dibujos despues
magnetica transcraneal repetitiva Estimulacion , "Neurologia 53.8 (10 de noviembre ,
1999) : 1806-1812 .
37 . Daithi O hAnluain , " TMS : Twilight Zone Science" Wired News , 18 de abril de
2002, http://wired.com/news/medtech/0 , 1286,51699.00 . HTML .
38 . Lawrence Osborne, " Savant por un Dia ", New York Times Magazine , 22 de
junio de 2003, disponible en
http://www.wireheading.com/brainstim/savant.html .
39 . Bruce H. McCormick, "Brain Tissue escaner Permite Encuestas microestructura
del cerebro , " Neurocomputing 44-46 (2002) : 1113-1118 ; Bruce H. McCormick , "
Diseno de un tejido escaner cerebral , " Neurocomputing 26-27 (1999) : 1025 -32 ;
Bruce H. McCormick, "Desarrollo del tejido cerebral escaner , " Brain Redes
Laboratorio de Informes Tecnicos , Texas A & M del Departamento de Ciencias de la
Computacion de la Universidad, College Station , Texas , 18 de marzo de 2002,
http://research.cs . tamu.edu/bnl/pubs/McC02.pdf .
40 . Leif Finkel et al. , " Meso escala Brain Imaging optico de aprendizaje perceptivo
", Universidad de Pennsylvania subvencion 2000-01737 (2000) .
41 . E. y R. Callaway Yuste , " Fomento de las neuronas con la luz, " Opiniones
actuales en neurobiologia 12.5 (octubre de 2002) : 587-92 .
42 . BL Sabatini y Svoboda K. , "Analisis de los canales de calcio en las espinas
simples Utilizando optico Analisis de fluctuacion , "Nature 408.6812 (30 de
noviembre de 2000) : 589-93 .
43 . John Whitfield, " Laseres operar dentro de las celulas individuales ",
News@nature.com , 6 de octubre de 2003,
http://www.nature.com/nsu/030929/030929-12.html (requiere suscripcion) . El

laboratorio de Mazur : http://mazur-www.harvard.edu/research/ .
Jason M. Samonds
y Bonos AB, " desde otro angulo : Las diferencias en la codificacion corticales entre
la discriminacion fina y gruesa de Orientacion , " Diario de Neurofisiologia 91 (2004)
: 1193-1202 .
44 . Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . 2A, biocompatibilidad , seccion
15.6.2 , " Intrusion torrente sanguineo " (Georgetown , Tex : Landes Bioscience,
2003) , pp 157-59 , http://www.nanomedicine.com/NMIIA/15.6.2.htm .
45 . Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . 1 , las capacidades basicas , seccion
7.3 , " Redes de Comunicacion " (Georgetown , Tex : Landes Bioscience, 1999) , pp
186-88 , http://www.nanomedicine.com/NMI/7.3.htm .
46 . Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . 1 , las capacidades basicas , seccion
9.4.4.3 , "Pasaje intercelular " (Georgetown , Tex : Landes Bioscience, 1999) , pp
320-21 , http://www.nanomedicine.com/NMI/9.4.4.3.htm # p2 .
47 . Keith L. Negro , MD, y S. Nagendra Ningaraj , "Modulacion de tumor cerebral
Capilares para Entrega de medicamentos mejorada selectiva de tumor cerebral , "
Control del Cancer 11,3 (mayo / junio de 2004) : 165 - 73 ,
http://www.moffitt.usf.edu/pubs/ccj/v11n3/pdf/165.pdf .
48 . Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . 1 , las capacidades basicas , seccion
4.1 , "Tecnologia Nanosensor " (Georgetown , Tex : Landes Bioscience, 1999) , p .
93 , http://www.nanomedicine.com/NMI/4.1.htm .
49 . Conferencia sobre Nanotecnologia Avanzada
(http://www.foresight.orglConferences/AdvNan02004/index.html) , el Congreso y
Exposicion nanobiotecnologia (http://www.nanobiotec.de/) , Tendencias
NanoBusiness en Nanotecnologia (http://www. nanoevent.com /) , y la Conferencia
de Nanotecnologia NSTI y Exposicion Comercial
(http://www.nsti.org/events.html) .
50 . Peter D. Kramer , Escuchando al Prozac (New York : Viking,

1993) .
51 . La investigacion de LeDoux es en las regiones del cerebro que tienen que ver con
estimulos amenazantes , de los cuales el jugador central es la amigdala , una region
en forma de almendra de neuronas localizadas en la base del cerebro . Las tiendas de
recuerdos de la amigdala de los estimulos amenazantes y los controles de las
respuestas que tienen que ver con el miedo .
MIT cerebro investigador Tomaso Poggio senala que " la plasticidad sinaptica es un
sustrato de hardware para el aprendizaje , pero puede ser importante hacer hincapie
en que el aprendizaje es mucho mas que la memoria. " Ver T. Poggio y E. Bizzi , "
Generalizacion de la Vision y Control de Motor, " Nature 431 (2004) : 768-74 . Ver
tambien E. Benson, " El Ser Synaptic ' APA Online , noviembre de 2002 ,
http://www.apa.org/monitor/nov02/synaptic.html .
52 . Anthony J. Bell, "Niveles y bucles : el futuro de la inteligencia artificial y la
neurociencia" Philosophical Transactions de la Royal Society of London B 354.1352
(Diciembre 29,1999) : 2013 -20 , http://www.cnl.salk.edu/ ~ tony / ptrsl.pdf .
53 . Peter Dayan y Larry Abbott, Neurociencia Teorica : Computacion y Matematicas
Modelado de Sistemas Neuronales (Cambridge , Mass.: MIT Press, 2001) .
54 . DO Hebb , la organizacion de la conducta : una teoria neuropsicologica
(NewYork: Wiley,1949) .
55 . Michael Domjan y Barbara Burkhard , The Principles of Learning and Behavior ,
3 a ed . (Pacific Grove , California : Brooks / Cole , 1993) .
56 . J. Quintana y JM Fuster , "De la percepcion a la accion: Funciones integradoras
temporales de neuronas prefrontal y parietal , " Cerebral Cortex 9.3 (abril- mayo de
1999) : 213-21 ; WFAsaad , G. Rainer y EK Miller, "Neural la actividad en la corteza
prefrontal Primate durante el aprendizaje asociativo , " Neurona

21,6 (diciembre de
1998) : 1399-1407 .
57 . GG Turrigiano et al, "Escala actividad dependiente de la amplitud cuantica en las
neuronas neocorticales , " Nature 391.6670 (26 de febrero , 1998) : . . 892-96 ; RJ
O'Brien et al, " Modulacion de la actividad dependiente de Synaptic AMPA receptor
Acumulacion , " Neurona 21,5 (noviembre de 1998) : 1067-1078 .
58 . "De una nueva ventana para ver como las experiencias reconfiguran el cerebro ",
Instituto Medico Howard Hughes (19 de diciembre , 2002) , http://www.hhmi.org/news/svoboda2.html . Ver tambien JT Trachtenberg y otros, " a
largo plazo de imagenes in vivo de la experiencia - dependiente plasticidad sinaptica
en la corteza adulta" Naturaleza 420.6917 (diciembre de 2002) : . 788-94 ,
http://cpmcnet.columbia.edu/dept/physio / physi02/Trachtenberg_NATURE.pdf y
Karen Zita y Karel Svoboda , " Synaptogenesis dependiente de la actividad en la
corteza de los mamiferos adultos , " Neurona 35,6 (septiembre de 2002) : 1015-
1017 , http://svobodalab.cshl.edu/reprints/2414zito02neur.pdf .
59 . Ver http://whyfiles.org/184make_memory/4.html . Para obtener mas informacion
sobre las espinas neuronales y de memoria, consulte Grutzendler J. et al, " a largo
plazo la estabilidad espina dendritica en la corteza adulta , " Nature 420.6917 (19 a
26 diciembre 2002) : . 812-16 .
60 . SRYoung y EW Rubel , " embriogenesis del patron de arborizacion y Tipografia
Los axones individuales en N. Laminaris del tronco encefalico de pollo, "Journal of
Comparative Neurologia 254,4 (22 de diciembre , 1986) : 425-59 .
61 . Scott, Makeig , " Centro Swartz de Neurociencia Computacional Vision general
", http://www.sccn.ucsd.edu/VisionOverview.html .
62 . D. H. Hubel y T.N. Wiesel, "Interaccion Binocular en la corteza estriada de
gatitos criados con Estrabismo Artificial, " Diario de Neurofisiologia 28,6 (noviembre

de 1965) : 1041-1059 .
63 . Jeffrey M. Schwartz y Sharon Begley, la mente y el cerebro: Neuroplasticidad y
el Poder de la Fuerza Mental (Nueva York: Regan Books, 2002) . Ver tambien C.
Xerri , M. Merzenich et al. , " La plasticidad de la corteza somatosensorial primaria
Paralelo Sensoriomotor Recuperacion Bonus de Carrera en monos adultos , " The
Journal of Neurophysiology , 79.4 (abril de 1980) : . 2119- 48 Ver tambien S. Begley,
" supervivencia de los mas activos ", Wall Street Journal , 11 de octubre de 2002,
http://webreprints.djreprints . com/606120211414.html .
64 . 81-84 : Paula Tallal y " la comprension del lenguaje en el aprendizaje de idiomas
Ninos con Discapacidad mejoradas con voz acusticamente modificados , " Ciencia
271 (5 de enero , 1996) al, . . Paula Tallal es la Junta de Gobernadores Profesor de
Neurociencia y codirector del CMBN (Center for Molecular y Behavioral
Neuroscience) en la Universidad de Rutgers , y cofundador y director de SCIL
(Scientific Learning Corporation) ; ver http://www.cmbn.rutgers.edu / facultad /
tallal.html . Ver tambien Paula Tallal , " Lenguaje Deterioro del aprendizaje:
integracion de la investigacion y remediacion , " Nuevos horizontes para la
Aprendizaje 4.4 (agosto- septiembre de 1998) , http://www.new horizons.org / neuro /
tallal.htm , A. Pascual -Leone , " El cerebro que reproduce musica y se cambia por el
mismo, " Anales de la New York Academia de Ciencias 930 (junio de 2001) : 315-29
. Vease tambien la nota 63 supra .
65 . FAWilson , SPScalaidhe y PS Goldman- Rakic " , disociacion del objeto y
Espacial Dominios de procesamiento en la corteza prefrontal Primate "Ciencia
260.5116 (25 de junio , 1993) : 1955-1958 . .
66 . C. Buechel , JTCoull y KJ Friston , " Los cambios valueOf predictivos en

efectivo Conectividad Aprendizaje Humano , "Ciencia 283.5407 (Marzo 5,1999) : 1538-1541

67 . Ellos produjeron dramaticas imagenes de las celulas del cerebro que forman conexiones temporales y permanentes en respuesta a diversos estimulos , que ilustran los cambios estructurales entre las neuronas que , muchos cientificos han creido durante mucho tiempo , tener lugar cuando almacenamos recuerdos. "Imagenes revelan como las celulas nerviosas forman conexiones para almacenar recuerdos a corto y largo plazo en el cerebro ", Universidad de California, San Diego , 29 de noviembre de 2001, http://ucsdnews.ucsd.edu/newsrel/science/mcceli.htm ; Colicos MA et al, " Remodelacion de Accion sinaptica inducida por la estimulacion Photoconductive , " Cell 107.5 (30 de noviembre , 2001) : 605-16 . . Video link : http://www.qflux.net/NeuroStim01.rm , Neural Interface Silicio - Quantum Flux .

68 . S. Lowel y W. Singer " Seleccion de conexiones horizontales intrinsecos en la corteza visual de Correlacionado la actividad neuronal, "Ciencia 255.5041 (10 de enero , 1992) : 209-12 .

69 . K. Si et al, " una isoforma neuronal de CPEB regula la sintesis local de proteinas y estabiliza facilitacion a largo plazo Synapse - especifica en Aplysia , " Cell 115,7 (26 de diciembre 2003) : . 893-904 ; K. Si, S. Lindquist y ER Kandel , " una isoforma neuronal de la Aplysia CPEB Tiene Prion -Like Propiedades, " Cell 115,7 (26 de diciembre 2003) : 879-91 . Estos investigadores han encontrado que CPEB puede ayudar a formar y preservar la memoria a largo plazo al someterse a cambios en la forma en la sinapsis similares a las deformaciones de los priones (fragmentos de proteinas implicadas en la enfermedad de las vacas locas y otras enfermedades

neurologicas) . El estudio sugiere que esta proteina hace su buen trabajo , mientras
que en un estado prion , lo que contradice la creencia generalizada de que una
proteina que tiene actividad prion es toxico o al menos no funciona correctamente .
Este mecanismo priones tambien puede tener un papel en areas como mantenimiento
cancer y el desarrollo de organos , los sospechosos Eric R. Kandel , profesor
universitario de fisiologia y biofisica celular , psiquiatria , bioquimica y biofisica
molecular en la Universidad de Columbia y ganador del Premio Nobel 2000 de
Medicina . Vease el comunicado de prensa del Instituto Whitehead ,
http://www.wi.mit.edu/nap/features/nap_feature_memory.html .
70 . MC Anderson et al, "Los sistemas neuronales que subyacen a la represion de los
recuerdos no deseados , " Ciencia 303.5655 (9 de enero , 2004): . 232-35 . Los
hallazgos podrian estimular el desarrollo de nuevas formas para que las personas a
superar recuerdos traumatizantes . Keay Davidson, " Estudio Sugiere cerebro esta
hecho para olvidar : resonancias magneticas en los Experimentos Stanford Indique
Supresion activa de recuerdos innecesarios ", San Francisco Chronicle , 9 de enero de
2004, http://www.sfgate.com/cgi bin / article.cgi ? File = /
c/a/2004/01/09/FORGET.TMP & type = ciencia.
71 . Dieter C. Lie et al, " La neurogenesis en el cerebro adulto : Nuevas estrategias
para las enfermedades del sistema nervioso central " . Anuales Revision de
Farmacologia y Toxicologia 44 (2004) : 399-421 .
72 . H. van Praag , G. Kempermann y FH Gage , "Ejecucion aumenta la proliferacion
celular y la La neurogenesis en el giro dentado del raton adulto , " Nature
Neuroscience 2.3 (marzo de 1999) : 266-70 .
73 . Minsky y Papert , Perceptrones .
74 . Ray Kurzweil, La era de las maquinas espirituales (New York:Viking, 1999), p79
75 . Funciones de base son funciones no lineales que se pueden

combinar linealmente
(mediante la suma de multiples funciones ponderada - base) para aproximar
cualquier funcion no lineal . Pouget y Snyder , " Metodos computacionales para
Transformaciones sensoriomotores , " Nature Neuroscience 3.11 Suplemento (noviembre de 2000) : 1192-1198 .
76 . T. Poggio , " una teoria de como podria funcionar el cerebro", en Actas de
simposios Cold Spring Harbor en Biologia Cuantitativa 4 (Cold Spring Harbor ,
Nueva York: Cold Spring Harbor Laboratory Press , 1990) , 899-910 . Vease tambien
T. Poggio y E. Bizzi , " Generalizacion de la Vision y Control de Motor, " Nature 431
(2004) : 768-74 .
77 . R. Llinas y JP Welsh, " En el cerebelo y el Motor de Aprendizaje , " Current
Opinion in Neurobiologia 3.6 (diciembre de 1993) : 958-65 ; E. Courchesne y G.
Allen, " Prediccion y preparacion , las funciones fundamentales del cerebelo "
Aprendizaje y memoria 4.1 (mayo-junio 1997) : 1-35 ; JM Bower, "Control de la
adquisicion de datos sensoriales ", Revista Internacional de Neurobiologia 41 (1997)
: 489-513 .
78 . J. y M. Voogd Glickstein , " La anatomia del cerebelo, " Trends in Neuroscience
21,9 (septiembre de 1998) : 370-75 ; John C. Eccles , Masao Ito, y Janos
Szentagothai , el cerebelo como una maquina neuronal (New York : Springer -
Verlag , 1967) ; Masao Ito , el cerebelo y el control de los nervios (Nueva York :
Raven, 1984) .
79 . N. Bernstein, la coordinacion y la regulacion de los movimientos (New York :
Pergamon Press, 1967) .
80 . Oficina Naval de Investigacion comunicado de prensa , " sin hueso , Brainy y
Antiguo ", 26 de septiembre de EE.UU. 2001 , http://www.eurekalert.org/pub_releases/2001-11/oonr-bba112601.php , el brazo del

pulpo " podria muy bien ser la base de los brazos roboticos de ultima generacion para
la superficie del mar, el espacio, asi como las aplicaciones terrestres . "
81 . S. Grossberg y RW Paine , " Modelo aneural de cortico-cerebelosas
interacciones durante imitacion atento y aprendizaje predictivo de los movimientos
secuenciales de escritura a mano , " Redes Neuronales 13,8-9 (octubre- noviembre de
2000) : 999 a 1046 .
82 . Voogd y Glickstein , "Anatomia del cerebelo " , Eccles , Ito y Szentagothai ,
cerebelo como una maquina neuronal ; Ito , el cerebelo y el control de los nervios ; R.
Llinas , en el Manual de Fisiologia, vol . 2 , el sistema nervioso , ed. V.B. Brooks
(Bethesda , Md.: American Physiological Society, 1981) , pp 831-976 .
83 . JL Raymond , SG Lisberger y MD Mauk , " El cerebelo : A Machine Learning
Neuronal " Ciencias 272.5265 (24 de mayo , 1996) : 1126-1131 ; JJ Kim y RF
Thompson, "circuitos cerebelosos y Mecanismos sinapticos involucrados en
Condicionamiento clasico Eyeblink , " Tendencias en Neurociencia 20.4 (abril de
1997) : 177-81 .
84 . La simulacion incluye 10.000 celulas granulares , 900 celulas de Golgi , 500
celulas de fibras musgosas , 20 celulas de Purkinje y las celulas del nucleo 6 .
85 . JF Medina et al, "Mecanismos de sincronizacion en el cerebelo : Predicciones de
prueba de una simulacion por ordenador a gran escala , " Journal of Neuroscience
20.14 (15 de julio de 2000) : . 5516-25 ; Dean Buonomano y Michael Mauk , "
modelo de red neuronal de el cerebelo : Discriminacion temporal y el Momento de
las respuestas del motor , "Neural Computation 6.1 (1994) : 38-55 .
86 . Medina et al. , "Mecanismos de sincronizacion en el cerebelo. "
87 . Carver Mead, analogico VLSI y Sistemas Neuronales (Boston:

Addison- Wesley
Longman , 1989) .
88 . Lloyd Watts, " Complejidad visualizar en el cerebro ", en Inteligencia
Computacional : Hablan los expertos , Fogel D. y C. Robinson , eds . (Hoboken ,
NJ : IEEE Press / Wiley, 2003) , pp 45-56 ,
http://www.lloydwatts.com/wcci.pdf .
89 . Ibid .
90 . Ver http://www.lloydwatts.com/neuroscience.shtml .
Nanocomputadora Dream
Team, "La Ley de Devoluciones Aceleracion , Parte II, "
http://nanocomputer.org/index.cfm?content=90&Menu=19 91 . Ver
http://info.med.yale.edu/bbs/faculty/she_go.html .
92 . Gordon M. Pastor , ed., La Organizacion sinaptica del cerebro , 4 a ed. (Nueva
York : Oxford University Press , 1998) , p . vi .
93 . E.Young , " Cochlear Nucleus ", en ibid . , Pp 121-58 .
94 . Tom Yin, "Mecanismos neurales de codificacion Cues Localizacion Binaural en
el tronco cerebral auditivo ", en D. Oertel , R. Fay y A. Popper , eds , funciones
integradoras de la via auditiva en mamiferos (New York: . Springer-Verlag, 2002) ,
pp 99-159 .
95 . John Casseday , Premouw Thane y Ellen Covey, " el coliculo inferior: Un Hub
para el sistema auditivo central ", en Oertel , Fay , y Popper , las funciones
integradoras de la via auditiva mamifera , pp 238-318 .
96 . Diagrama de Lloyd Watts,
http://www.lloydwatts.com/neuroscience.shtml ,
adaptado de E.Young , " Coclear Nucleus ", en G. Shepherd, ed. , La Organizacion
sinaptica del cerebro , 4 a ed. (Nueva York: Oxford University Press, 2003 [publicado
por primera vez 1998]) . , Pp 121-58 ; D. Oertel en D. Oertel , R. Fay y A. Popper ,
eds , funciones integradoras de la via auditiva mamiferos (New York: Springer-
Verlag, 2002) , pp 1-5 , Juan Casseday , T. Fremouw y E. Covey, " coliculo inferior
", en ibid ; J. LeDoux , The Emotional Brain (Nueva York: . Simon & Schuster , 1997

), J. y B. Rauschecker Tian , "Mecanismos y arroyos para el procesamiento de " que
"y " donde " en la corteza auditiva ", Actas de la Academia Nacional de Ciencias
97.22 : 11.800-11.806 .

Las regiones del cerebro modelados :

Coclea : organo sensorial de la audicion . Treinta mil fibras convierten el movimiento
del estribo en representaciones spectrotemporal de sonido.
MC: celulas multipolares . Medir la energia espectral .
GBC : celulas peludas globulares . Picos de rele del nervio auditivo hasta el complejo
olivar superior lateral (incluye LSO y MSO) . Codificacion del momento y la
amplitud de las senales para la comparacion binaural de nivel.
SBC : celulas peludas esfericos . Proporcionar afilar temporal del tiempo de llegada
como un preprocesador para el calculo de la diferencia de tiempos interaural
(diferencia de tiempo de llegada entre los dos oidos , acostumbrados a decir donde
viene un sonido de).
OC : celulas del pulpo . La deteccion de transitorios .
DCN : nucleo coclear dorsal . La deteccion de bordes espectrales y la calibracion de
los niveles de ruido .
VNTB : nucleo ventral del cuerpo trapezoide . Senales de salida para modular las
celulas ciliadas externas en funcion de la coclea .
VNLL , PON : nucleo ventral del lemnisco lateral; nucleos peri - olivar : Transitorios
de procesamiento de la 0C .
MSO : aceituna superiores medial . Informatica diferencia horaria interaural . LSO :
oliva Lateral superiores . Tambien interviene en el calculo de desnivel interaural .
ICC : Nucleo central del coliculo inferior. El sitio de mayor integracion de multiples
representaciones de sonido .
ICx : nucleo exterior del coliculo inferior. El perfeccionamiento de la localizacion del
sonido . SC: Superior coliculo . Ubicacion de auditiva / visual de la fusion .
MGB : cuerpo geniculado medial . La porcion auditiva del talamo .

LS : El sistema limbico . Consta de muchas estructuras asociadas con la emocion , la
memoria , territorio, etcetera.
AC: corteza auditiva .
97 . MS Humayun et al. , " Trasplante de retina neural humano" Investigative
Ophthalmology and Visual Science 41.10 (septiembre de 2000) : 3100 a 3106 .
98 . Ciencias de la Informacion y Tecnologia Coloquio Series , 23 de mayo de 2001
http://isandtcolloq.gsfc.nasa.gov/spring2001/speakers/poggio.html .
99 . Kah- Kay Sung y Tomaso Poggio , "Aprendizaje Ejemplo basado en View-
Based Deteccion de rostro humano ", IEEE Transactions on Pattern Analysis e
Inteligencia Machine 20.1 (1998) : 39-51 ,
http://portal.acm.org/citation . cfm ? id =
275345 & dl = ACM y coll = GUIDE.
100 . Maximilian Riesenhuber y Tomaso Poggio , "Observaciones sobre la
representacion de objetos de clase y percepcion categorica ," Centro de Aprendizaje
Biologico y Computacional , MIT , AI Memo 1679 (1999) ,
ftp://publications.ai.mit.edu/ai-publications/ pdf/AIM-1679.pdf .
101 . K. Tanaka, " Inferoternporal corteza y Vision Objeto, " Annual Review of
Neuroscience 19 (1996) : 109-39 ; Anuj Mohan, " Deteccion de objetos en imagenes
por componentes", Centro de Aprendizaje Biologico y Computacional , MIT , AI
Memo 1664 (1999) , http://citeseer.ist.psu.edu/cache/papers/cs/ 12185/ftp :
zSzzSzpublications.ai.mit.eduzSzai publicationszSz1500-1999zSzAIM-
1664.pdf/mohan99object.pdf ; Anuj Mohan , Constantine Papageorgiou , y Tomaso
Poggio , "Ejemplo basado en la deteccion de objetos en imagenes por los
componentes ", IEEE Transactions on Pattern Analysis y la inteligencia de la
maquina 23.4 (abril de 2001) ,
http://cbcl.mit.edu/projects/cbd/publications/ps/mohan-ieee.pdf ; B. Heisele , T.
Poggio y M. Pontil , "Deteccion de rostros en Imagenes fijas Gray, "

Laboratorio de
Inteligencia artificial del MIT , Informe Tecnico AI Memo 1687
(2000) . Vease
tambien Bernd Heisele , Thomas Serre y Stanley Bilesch , "Enfoque basado en
componentes de Deteccion de la Cara , " Laboratorio de Inteligencia Artificial y el
Centro de Aprendizaje Biologico y Computacional , MIT (2001) ,
http://www.ai.mit.edulresearch / abstracts/abstracts2001/vision-applied-topeople/
03heisele2.pdf .
102 . D.Van Essen y J. Galan, "Mecanismos neurales de la forma y el procesamiento
de movimiento en el Primado Sistema Visual , " Neurona 13,1 (julio de 1994): 1-10.
103 . Shimon Ullman , la vision de alto nivel : el reconocimiento de objetos y
Cognicion Visual (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1996) ; " . . Sobre la arquitectura
computacional del Neocortex II El papel de Loops corticocortical , " D. Mumford,
Cibernetica Biologica 66,3 (1992) : 241-51 ; R. Rao y D. Ballard, " Modelo
Dinamico de Reconocimiento Visual predice Propiedades respuesta neuronal en la
corteza visual , " Neural Computation 9.4 (15 de mayo , 1997) : 721-63 .
104 . " , Interacciones verticales en diez paralelo , representaciones apiladas en la
retina de mamiferos " Nature 410.6828 (29 de marzo , 2001) B. Roska y F.Werblin , :
583-87 , la Universidad de California, Berkeley , comunicado de prensa , " Eye Strips
Imagenes de Todos menos Bare esenciales previos al envio de la informacion visual
al cerebro , UC Berkeley investigacion muestra , " 28 de marzo 2001 ,
www.berkeley.edu/news/media/releases/200l/03/28_wers1.html .
105 . Hans Moravec y Scott Friedman han fundado una empresa de robotica llamada
SEEGRID basado en La investigacion de Moravec . Ver www.Seegrid.com .
106 . MA Mahowald y C. Mead, " La retina de silicio ", Scientific American 264.5

(mayo de 1991) : 76 - 82 .
107 . Especificamente , un filtro de paso bajo se aplica a un receptor (tal como un
fotorreceptor) . Esto se multiplica por la senal del receptor vecino . Si esto se hace en
ambas direcciones y los resultados de cada operacion de resta de cero , se obtiene una
salida que refleja la direccion del movimiento .
108 . En Berger , ver
http://www.usc.edu/dept/engineering/CNE/faculty/Berger.html .
109 . "Primero el cerebro del mundo Protesis , " New Scientist 177.2386 (Marzo
15,2003) : 4 , http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99993488 .
110 . Charles Choi , "Circuitos Brain- imitando a Run Marina Robot , " UPI 7 de
junio de 2004 http://www.upi.com/view.cfm?StoryID=20040606-103352-6086r .
111 . Giacomo Rizzolatti et al. , "Organizacion Funcional del Area Inferior 6 en el
mono macaco . Il F5 zona y el control de los movimientos distales , " Experimental
Brain Research 71.3 (1998) : 491 - 507 .
112 . MA Arbib , " El sistema del espejo , la imitacion y la evolucion del lenguaje ",
en el Kerstin Dautenhahn y Chrystopher L. Nehaniv , eds , Imitacion de animales y
artefactos (Cambridge, Mass.: MIT Press, 2002) . .
113 . Marc D. Hauser, Noam Chomsky , y W. Tecumseh Fitch , " La facultad del
lenguaje : .Que es , que lo tiene, y como evoluciono " Ciencia 298 (noviembre de
2002): 1569-1579 , www.wjh.harvard.edu/ ~ mnkylab / publications / languagespeech
/ Hauser , Chomsky , Fitch.pdf .
114 . Daniel C. Dennett , Libertad Evoluciona (New York : Viking, 2003) .
115 . Ver Sandra Blakeslee, "La humanidad Tal vez esta todo en el cableado ," New
York Times, 11 de diciembre de 2003 ,
http://www.nytimes.com/2003112/09/science/09BRAI.html?ex=1386306000&en=294f5e91dd262a 1a & ei = 5007 & Partner = espacio de usuario
116 . Antonio R. Damasio , El error de Descartes : emocion, la razon

y el cerebro
humano (New York: Putnam, 1994) .
117 . . MP Maher et al, " microestructuras de Estudios de redes neuronales
cultivadas , " Ingenieria y Computacion 37,1 Medica y Biologica (enero de 1999) :
110-18 ; John Wright et al, " Hacia una funcional MEMS Neurowell por
experimentacion fisiologica , " Tecnica. Recopilacion, ASME , 1996 Congreso Internacional de Ingenieria Mecanica y Exposicion , Atlanta , noviembre de
1996 , DSC (Dynamic Systems y la Division de Control) , vol . 59 , pp 333-38 .
118 . W. Anderson frances, "La genetica y la maleabilidad humana , " Hastings
Center Informe 23,20 (enero / febrero de 1990) : 1 .
119 . Ray Kurzweil , " una apuesta por el Test de Turing : .Por que creo que ganare ",
KurzweilAI.net 9 de abril ,
2002 , http://www.KurzweilAI.net/meme/frame.html?
main=/articles/art0374.html .
120 . Robert A. Freitas Jr. propone un futuro sistema cerebro - carga basado en
nanotecnologia que seria efectiva instantanea. Segun Freitas (comunicacion personal,
enero de 2005) , " Una red de fibra en vivo como se propone en
http://www.nanomedicine.com/NMI/7.3.1.htm puede manejar 1.018 bits / s de trafico
de datos , capacidad suficiente para monitorizacion cerebral de estado en tiempo real .
La red de fibra tiene un volumen de 30 cm3 y genera 4.6 watts de calor residual ,
tanto lo suficientemente pequeno para una instalacion segura en un cerebro humano
1.400 cm3 de 25 vatios . Las senales viajan a lo mas unos pocos metros a casi la
velocidad de la luz , por lo que el tiempo de transito desde el origen de la senal en los
sitios de neuronas en el cerebro en el sistema informatico externo mediando la carga
se ~ 0,00001 ms que es considerablemente menor que el minimo ~ 5 ms neurona
descarga tiempo de ciclo. Neurona de vigilancia sensores quimicos ubicados en

promedio ~ 2 micras de distancia pueden capturar eventos quimicos relevantes que
ocurren dentro de una ventana de tiempo de 5 ms ~ , ya que es el tiempo de difusion
aproximada para, por ejemplo , una pequena neuropeptido traves de una distancia de
2 micras (http://www.nanomedicine.com/NMII/Tables/3.4.jpg) . Por lo tanto
monitorizar el estado de cerebro humano puede probablemente ser instantanea , por
lo menos en la escala de tiempo de la respuesta neural humano , en el sentido de
' se ha perdido nada de importancia . " "
121 . MC Diamond et al, " El cerebro de un cientifico : Albert Einstein ."
Experimental Neurology 88 (1985) : 198-204 .

Capítulo Cinco:
GNR : Tres revoluciones superpuestas

1 . Samuel Butler (1835-1902) , " Darwin entre las maquinas ", Christ Church Press ,
13 de junio 1863 (reeditado por Festing Jones en 1912 en Los cuadernos de Samuel
Butler) .
2 . Peter Weibel, "Mundos Virtuales: El nuevo del emperador cuerpos", en Ars
Electronica : Enfrentando el Futuro , ed. Timoteo Druckery (Cambridge , Mass.: MIT
Press, 1999) , pp 207-23 , disponible en linea en EI990b_009.pdf http://www.aec.atlen/archiv_files/19902/ .
3 . James Watson y Francis Crick, " Estructura molecular de los acidos nucleicos: una
estructura para Deoxyribose acido nucleico, " Nature 171.4356 (23 de abril ,1953) :
737-38 , http://www.nature.comlnature/dna50/watsoncrick.pdf .
4 . Robert Waterston citado en "Los cientificos revelan la secuencia completa del
genoma humano ", CBC News , 14 de abril de 2003, http://www.cbc.ca/story/science/national/2003/04/14/genome030414.html .
5 . Vease el capitulo 2 , nota 57 .
6 . Los informes originales de Crick y Watson , que aun hacen atractiva la lectura de
hoy , se pueden encontrar en James A. Peters , editor, articulos clasicos en Genetica

(Englewood Cliffs, NJ : . Prentice -Hall, 1959) . Una emocionante en cuenta los
exitos y fracasos que llevaron a la doble helice se da en JD Watson , La doble helice :
Una cuenta personal del descubrimiento de la estructura del ADN (New York:
Atheneum, 1968) . Nature.com tiene una coleccion de Crick documentos disponibles
en linea en http://www.nature.com/nature/focus/crick/index.html .
7 . Morislav Radman y Richard Wagner, " La alta fidelidad de la duplicacion del
ADN , " Scientific Americana 259,2 (agosto de 1988) : 40-46 .
8 . La estructura y el comportamiento del ADN y el ARN se describen en Gary
Felsenfeld , " ADN", y James Darnell , " ARN", tanto en Scientific American 253,4
(octubre de 1985) , p . 58-67 y 68-78 , respectivamente .
9 . Mark A. Iobling y Chris Tyler -Smith, " El cromosoma Y humano : un marcador
evolutivo mayoria de edad , " Opiniones de Nature Genetics 4
(agosto de 2003) : .
598-612 ; Helen Skaletsky et al, " La Region de los hombres concretos de el
cromosoma Y humano es un mosaico de clases de secuencias discretas , " Naturaleza
423 (19 de junio , 2003) : 825-37 .
10 . Proteinas malformados son, quizas, la toxina mas peligrosa de todas . La
investigacion sugiere que las proteinas mal plegadas pueden estar en el centro de
numerosos procesos de la enfermedad en el cuerpo. Tales enfermedades tan diversas
como la enfermedad de Alzheimer , enfermedad de Parkinson , la forma humana de la
enfermedad de las vacas locas , la fibrosis quistica , las cataratas , y la diabetes son
todos cree que el resultado de la incapacidad del cuerpo para eliminar adecuadamente
las proteinas mal plegadas .
Las moleculas de proteinas realizan la mayor parte del trabajo celular. Las proteinas
estan formadas dentro de cada celula de acuerdo con los planos de ADN. Comienzan
como cadenas largas de aminoacidos , que luego deben ser

dobladas en
configuraciones tridimensionales precisas con el fin de funcionar como enzimas ,
proteinas de transporte , etcetera . Toxinas de metales pesados interfieren con la
funcion normal de estas enzimas , exacerbando aun mas el problema . Tambien hay
mutaciones geneticas que predisponen a los individuos a la acumulacion de
malformado en proteinas.
Cuando protofibrillas comienzan a permanecer juntos , forman filamentos , fibrillas y
estructuras globulares en ultima instancia mas grandes llamadas placas amiloides .
Hasta hace poco, estas acumulaciones de placa insoluble fueron considerados como
los agentes patologicos de estas enfermedades , pero se sabe ahora que las propias
fibrillas proto son el problema real. La velocidad con la que un proto fibrillas se
convirtio en la placa amiloide insoluble esta inversamente relacionada con la
progresion de la enfermedad . Esto explica por que se encuentran algunos individuos
que tienen una amplia acumulacion de placa en sus cerebros , pero sin evidencia de
enfermedad de Alzheimer , mientras que otros tienen poca placa visible todavia
extensas manifestaciones de la enfermedad . Algunas personas forman la placa
amiloide rapidamente, lo que las protege de danos protofibrilla . Otras personas
recurren fibrillas proto en la placa amiloide menos rapidamente, permitiendo que mas
danos . Estas personas tambien tienen poca placa amiloide visible. Ver Per
Hammarstrom , Frank Schneider, y Jeffrey W. Kelly, "Trans - represion de Misfolding
en una enfermedad amiloide, " Ciencia 293.5539 (28 de septiembre, 2001): 2459-62.
11 . Un relato fascinante de la nueva biologia se da en Horace Judson F. , El octavo
dia de Creacion : Los fabricantes de la Revolucion en Biologia (Woodbury, NY:

CSHL Press, 1996) .
12 . Raymond Kurzweil y Terry Grossman , MD, Viaje fantastico : vivir lo suficiente
para vivir para siempre (New York: Rodale, 2004) . Ver http://www.Fantastic-
Voyage.net y http://www.RayandTerry.com .
13 . Raymond Kurzweil , de la solucion al 10% para una vida saludable : .Como
eliminar practicamente todo el riesgo de Enfermedad cardiaca y el cancer (New York:
Crown Books , 1993) .
14 . Kurzweil y Grossman, Fantastic Voyage . "Programa de Longevidad Ray & Terry
" se articula a traves del libro .
15 . La prueba de la " edad biologica ", llama la prueba de H -scan , incluye pruebas
de tiempo auditoryreaction , mayor tono audible, sensibilidad vibrotactil , tiempo de
reaccion visual , tiempo de movimiento de los musculos , el volumen pulmonar
(espiratorio forzado) , el tiempo de reaccion visual con decision , el tiempo de
musculo movimiento con la decision , la memoria (longitud de la secuencia) , el
tiempo el boton de rosca alternativo y acomodacion visual . El autor tuvo la prueba
realizada en el Instituto Medico Frontier (la salud de Grossman y la clinica
longevidad) , la informacion http://www.FMIClinic.com.For en la prueba de H -scan ,
vea Pruebas de Diagnostico y Laboratorio, Longevity Institute, Dallas , http : / /
www.lidhealth.com / diagnostic.html .
16 . Kurzweil y Grossman, Fantastic Voyage , capitulo 10 : "Programa Personal de
Ray. "
17 . Ibid .
18 . Aubrey DNJ de Grey ", la prevision de Medicina Anti -Aging real: centrar el
debate , " Gerontologia Experimental 38,9 (septiembre de 2003) : 927-34 ; Aubrey
DNJ de Grey, "Enfoque de un ingeniero para el Desarrollo de la Medicina
Antienvejecimiento real , "La ciencia del envejecimiento ,

Conocimiento, Medio
Ambiente 1 (2003) : . Aubrey DNJ de Grey et al, " es el envejecimiento humano
sigue siendo un misterio suficiente como para dejarsela solo a los cientificos "?
BioEssays 24,7 (julio de 2002) : 667-76 .
19 . Aubrey DNJ de Grey , ed , Estrategias para la Senectud Insignificante
Engineered : . .Por que control efectivo de envejecimiento puede ser previsible ,
Anales de la Nueva YorkAcademy de Ciencias , vol . 1019 (Nueva York: Academia
de Ciencias de Nueva York , junio de 2004) .
20 . Ademas de proporcionar las funciones de los diferentes tipos de celulas , otros
dos motivos de celulas para controlar la expresion de los genes son senales
ambientales y procesos de desarrollo . Incluso los organismos simples como las
bacterias pueden encender y apagar la sintesis de proteinas en funcion de las senales
ambientales . E. coli , por ejemplo, puede apagar la sintesis de proteinas que le
permiten controlar el nivel de gas nitrogeno del aire cuando hay otras fuentes menos
intensivas en energia de nitrogeno en el medio ambiente. Un estudio reciente de
1.800 genes de fresa encontro que la expresion de 200 de estos genes varia durante
diferentes etapas de desarrollo . E. Marshall , "una gama de usos : Los patrones de
expresion de fresas , el ebola , la tuberculosis y las celulas de raton , " Ciencia
286.5439 (1999) : 445.
21 . Junto con una region codificante de la proteina , los genes incluyen secuencias
reguladoras llamados promotores y potenciadores que controlan donde y cuando que
el gen se expresa . Los promotores de los genes que codifican las proteinas se
encuentran normalmente inmediatamente " aguas arriba " en el ADN . Un
potenciador activa el uso de un promotor , controlando de este modo la tasa de la

expresion genica . La mayoria de los genes requieren potenciadores para ser
expresados . Los potenciadores se han llamado " el principal determinante de la
transcripcion diferencial en el espacio (tipo de celula) y la hora " , y un determinado
gen puede tener varios sitios diferentes potenciadores vinculados al mismo (SF
Gilbert, Biologia del Desarrollo, 6 a de [Sunderland , Mass.: Sinauer Associates,
2000], . disponible en linea en www.ncbi . nlm.nih.gov / books / bv.fcgi ? llamada =
bv.View .. ShowSection y rid = 0.0 BpKYEB SPfx18nm8QOxH) . Mediante la union a las regiones potenciadoras o promotor , factores de transcripcion
comienzan o reprimen la expresion de un gen . El nuevo conocimiento de factores de
transcripcion ha transformado nuestra comprension de la expresion genica . Por
Gilbert en el capitulo " The Core genetica del desarrollo: la expresion genica
diferencial ": . . " El gen en si mismo ya no es visto como una entidad independiente
de control de la sintesis de proteinas Por el contrario, tanto el gen dirige y es dirigida
por la sintesis de proteinas Anger Natalie (1992) ha escrito : " Una serie de
descubrimientos sugieren que el ADN se parece mas a un cierto tipo de politico ,
rodeada por una bandada de los manipuladores de proteinas y asesores que deben
vigoroso masaje , torcer y , en ocasiones, reinventarse antes de que el gran proyecto
de la cuerpo puede tener ningun sentido en absoluto. " "
22 . Bob Holmes, " La terapia genica puede optar por desactivar la enfermedad de
Huntington , " 13 de marzo 2003 , http://www.newscientist.com/news/news.jsp?
id=ns99993493 . " Emergiendo como una herramienta poderosa para el analisis de
genetica inversa , el ARNi esta siendo rapidamente aplicado para estudiar la funcion
de muchos genes asociados con la enfermedad humana , en particular aquellos

asociados con la oncogenesis y la enfermedad infecciosa . " JC Cheng , TB Moore y
KM Sakamoto , " ARN de interferencia y las enfermedades humanas" Genetica
Molecular y Metabolismo 80,1-2 (octubre de 2003) : 121-28 . El ARNi es un "
mecanismo especifico de secuencia potente y altamente , " 1 . Zhang , DK Fogg , y
DM Waisman " , el ARN de interferencia mediada por silenciamiento del gen
S100A10 atenua la generacion de plasmina y la invasividad de Colo 222 Colorecta
celulas cancerosas", Journal of Biological Chemistry 279,3 (enero 16,2004): 2053-62
23 . Cada chip contiene oligonucleotidos sinteticos que reproducen secuencias que
identifican genes especificos. " Para determinar que genes se han expresado en una
muestra , los investigadores aislar ARN mensajero a partir de muestras de prueba , la
convierten en ADN complementario (ADNc) , etiquetarlo con tinte fluorescente , y
ejecutar el ejemplo sobre la oblea . Cada cDNA marcado se pegara a una oligo con
una secuencia de juego, la iluminacion de un lugar en la oblea que se conoce la
secuencia . un escaner automatico determina entonces que oligos se han unido , y por
lo tanto que genes se expresaban .... " E. Marshall, " Do-It -Yourself Gene Mirar un
objeto, " Ciencia 286.5439 (15 de octubre , 1999) : 444-47 . 24 . Ibid .
25 . J. Rosamond y A. Allsop , " Aprovechar el poder del Genoma en la busqueda de
nuevos Antibioticos : "La ciencia 287.5460 (Marzo 17,2000) : 1973-1976 .
26 . TR Golub et al, "La clasificacion molecular del cancer : . Descubrimiento de
clases y la clase de prediccion por Monitoreo Expresion Genica "Ciencia 286.5439
(15 de octubre , 1999) : 531-37 .
27 . Ibid, como se informo en A. Berns, " Cancer: Expresion genica en el
diagnostico" . Naturaleza 403 (3 de febrero , 2000) : 491-92 . En

otro estudio, el 1
por ciento de los genes estudiados mostraron una expresion reducida de los musculos
envejecidos. Estos genes producen proteinas asociadas con la produccion de energia y
la creacion de celulas , por lo que una reduccion hace que el sentido dado el
debilitamiento asociado con la edad . Los genes con el aumento de expresion
producen proteinas de estres , que se utilizan para reparar el ADN o las proteinas
danadas . J. Marx , " minando las causas del envejecimiento , " Ciencia 287.5462 (31
de marzo , 2000) : 2390 .
Como otro ejemplo , las metastasis del higado son una causa comun de cancer
colorrectal . Estas metastasis responden de manera diferente al tratamiento en funcion
de su perfil genetico . De perfiles de expresion es una excelente manera de determinar
el modo adecuado de tratamiento. J. C. Sung et al . " La heterogeneidad genetica del
cancer colorrectal metastasis hepaticas del cancer , " Journal of Surgical Research
114,2 (octubre de 2003) : 251 .
Como ultimo ejemplo , los investigadores han tenido dificultades para analizar las
celulas de Reed- Sternberg de la enfermedad debido a su extrema rareza en el tejido
enfermo de Hodgkin. De perfiles de expresion esta proporcionando una idea acerca
de la herencia de esta celula. . Cossman J. et al, " Reed- Sternberg celular Genoma
expresiones admite un linaje de celulas B, " Blood 94.2 (15 de julio, 1999) : 411-16
28 . . T. Ueland et al, " Growth Hormone sustitucion aumenta la expresion genica de
los miembros de la familia de IGF en el hueso cortical en mujeres con inicio del
adulto Deficiencia de hormona de crecimiento - Relacion con recambio oseo , " Bone
33.4 (octubre de 2003) : 638-45 .
29 . R. Lovett, " Los toxicologos Preparense para la revolucion genomica , " Ciencia

289.5479 (28 de julio de 2000) : 536 - 37 .
30 . La transferencia de genes a las celulas somaticas afecta a un subconjunto de
celulas en el cuerpo durante un periodo de tiempo . En teoria, es posible tambien
modificar la informacion genetica en el ovulo y el espermatozoide (la linea
germinal) , con el proposito de transmitir estos cambios a las proximas generaciones.
Dicha terapia plantea muchas cuestiones eticas y, sin embargo no se ha intentado . "
Terapia genica ", Wikipedia,
http://en.wikipedia.org/wiki/Gene_therapy .
31 . Los genes que codifican proteinas , que realizan funciones vitales en el cuerpo
humano . Genes anormales o mutado codifican proteinas que son incapaces de llevar
a cabo esas funciones , dando lugar a alteraciones geneticas y enfermedades. El
objetivo de la terapia genica es reemplazar los genes defectuosos de manera que se
producen las proteinas normales . Esto puede hacerse en un numero de maneras , pero
la forma mas tipica es insertar un gen de sustitucion terapeutica en las celulas diana
del paciente utilizando una molecula portadora llamado un vector . "En la actualidad ,
el vector mas comun es un virus que ha sido alterado geneticamente para llevar a
ADN humano normal . Los virus han desarrollado una forma de encapsular y
entregar sus genes a las celulas humanas de una manera patogena . Los cientificos
han tratado de aprovecharse de esta capacidad y manipular el genoma del virus para
eliminar los genes causantes de enfermedades e introducir genes terapeuticos
"(Proyecto del Genoma Humano , " Terapia genica ",
http://www.ornl.gov/TechResources/Human_Genome/medicine/genetherapy.html) .
Ver el sitio del Proyecto Genoma Humano para obtener mas informacion acerca de la
terapia genica y enlaces. La terapia genica es un area tan importante de la

investigacion que actualmente hay seis revistas de terapia genica revisados por
cientificos y cuatro asociaciones de profesionales dedicados a este tema.
32 . KR Smith, " Transferencia de genes en los animales superiores : Consideraciones
teoricas y KeyConcepts " Journal of Biotechnology 99.1 (9 de octubre , 2002): 1-22 .
33 . Anil Ananthaswamy , " Genes encubiertos deslizarse en el cerebro ", 20 de marzo
de 2003, http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99993520 .
34 . AE Trezise et al , " In Vivo Gene Expresion : Electrotransfer ADN , " . Current
Opinion in Terapeutica Molecular 5.4 (agosto de 2003) : 397-404 .
35 . Sylvia Westphal , " nanoballs ADN Boost terapia genica ", 12 de mayo de 2002,
http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99992257 .
36 . L. Wu , M. Johnson y M. Sato, " Transcriptionally dirigida La terapia genica para
detectar y tratar
Cancer " , Tendencias en Medicina Molecular 9.10 (octubre de 2003) : 421-29 .
37 . S. Westphal , " Virus sintetizado en quince dias ", 14,2003 noviembre
http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99994383 .
38 . G. Chiesa, " recombinante apolipoproteina AI (Milano) infusion en la arteria
carotida del conejo rapidamente elimina los lipidos de estrias grasas ", Circulation
Research 90,9 (17 de mayo , 2002): . 974-80 ; PK Shah et al, " La apolipoproteina
recombinante de dosis alta AI (Milano) moviliza el colesterol de tejidos y
rapidamente reduce lipidos placa y el contenido de macrofagos en apolipoproteina eratones
deficientes , " Circulation 103.25 (26 de junio , 2001) : 3047-50 .
39 . SE Nissen et al, . "Efecto de Apo AI Milano recombinante de la aterosclerosis
coronaria en pacientes con sindromes coronarios agudos: un ensayo controlado
aleatorio , " JAMA 290.17 (5 noviembre 2003) : 2292-2300 .
40 . Un reciente estudio de fase 2 " informo significativamente los niveles de

colesterol HDL y disminuye los niveles de colesterol LDL , " ME Brousseau et al. ,
"Efectos de un inhibidor de la proteina de transferencia de esteres de colesterol de
colesterol HDL ," New England Journal of Medicine 350.15 (8 de abril , 2004) :
1505-1515 ,
http://content.nejm.org/cgi/content/abstract/350/15/1505 . Fase 3 ensayos globales comenzaron a finales de 2003 . Informacion sobre torcetrapib esta
disponible en el sitio de Pfizer :
http://www.pfizer.com/are/investors_reports/annual_2003/review/p2003ar14_15.htm
41 . DO Finn, "Las vacunas contra el cancer: entre la idea y la realidad , " Nature
Reviews Immunology : 3.8 (agosto de 2003) : 630-41 ; RC Kennedy y MH Shearer,
" un papel para anticuerpos en la inmunidad tumoral , " Opiniones Internacional de
Inmunologia 22.2 (marzo- abril de 2003) : 141-72 .
42 . TF Greten y EM Jaffee , " vacunas contra el cancer , " Journal of Clinical
Oncology 17,3 (marzo 1999) : 1047-1060 .
43 . " Resultados " vacuna " Cancer de Fomento , " logo Inicio , 8 de enero de 2001,
http://news.bbc.co.uk/2/hi/health/1102618.stm , al informar sobre la investigacion de
EM Jaffee et al. , " Novel alogenico de granulocitos y macrofagos factor estimulante
de colonias Secretoras vacuna tumoral para el cancer de pancreas: Un ensayo de fase
I de seguridad y la activacion inmune ", Journal of Clinical Oncology 19.1 (Enero
1,2001) : 145-56 .
44 . John Travis, " celulas fusionadas mantienen la promesa de vacunas contra el
cancer ", 4 de marzo de 2000,
http://www.sciencenews.org/articles/20000304/fob3.asp , refiriendose a DW Kufe " ,
la viruela , la poliomielitis y ahora una vacuna contra el cancer ? " Nature Medicine 6
(marzo de 2000) : 252-53 .
45 . JD Lewis , BD Reilly, y RK brillante ", antigenos asociados a tumores : desde el

descubrimiento hasta
Inmunidad , " International Opiniones de Inmunologia 22,2 (marzo-abril de 2003) :
81-112 .
46 . T. Boehm et al., "Terapia antiangiogenica de Cancer Experimental no induce
Adquirida Drogas Resistencia: "La naturaleza 390.6658 (noviembre 27,1997) : 404-7.
47 . Fundacion Angiogenesis , "Descripcion de la angiogenesis ", http://www.angio.org/understanding/content_understanding.html ; LK Lassiter y MA
Carducci , " antagonistas de los receptores de endotelina en el tratamiento del cancer
de prostata" Seminars in Oncology 30.5 (octubre de 2003) : 678-88 . Para una
explicacion de este proceso, consulte el sitio Web del Instituto Nacional del Cancer , "
Understanding angiogenesis , "
http://press2.nci.nih.gov/sciencebehind/angiogenesis/angio02.htm .
48 . IB Roninson , " La senescencia celular tumoral en el tratamiento del cancer , "
Cancer Research 63,11 (1 de junio ,2003) : 2705-15 ; BR Davies et al, "
inmortalizacion de Human epitelio superficial del ovario de la telomerasa y sensible a
la temperatura SV40 antigeno T grande , " Experimental de Investigacion de Celulas
288.2 (15 de agosto , 2003) : 390-402 . .
49 . Vease tambien la RC Woodruff y JN Thompson Jr. , " El papel de la linea
germinal mutaciones somaticas y en El envejecimiento y un Modelo de Interaccion
La mutacion del envejecimiento ", Revista de Medicina Anti -Aging 6,1 (primavera
2003) : 29-39 . Veanse tambien las notas 18 y 19.
50 . Aubrey DNJ de Grey, " La Hipotesis Hotspot reductora de envejecimiento de los
mamiferos : El metabolismo de membrana mitocondrial Aumenta Travesura Mutant
", European Journal of Biochemistry 269,8 (abril de 2002) : . 2003-9 ; Chinnery PF
et al, " La acumulacion de mutaciones del ADN mitocondrial en el envejecimiento ,
cancer y enfermedad mitocondrial: .Existe un mecanismo comun " ?

Lancet
360.9342 (Octubre 26, 2002): 1323-1325 ; AD de Grey, " Terapia genica mitocondrial
: un espacio para el uso biomedico de inteinas , " Trends in Biotechnology 18,9
(septiembre de 2000) : 394-99 .
51 . " La nocion de los individuos vacunacion ' contra una enfermedad
neurodegenerativa tal como la enfermedad de Alzheimer es una marcada salida de
pensamiento clasico sobre mecanismo y el tratamiento , y sin embargo, las vacunas
terapeuticas tanto para la enfermedad de Alzheimer y la esclerosis multiple han sido
validados en modelos animales y se encuentran en la clinica . Estos planteamientos ,
sin embargo , tienen el potencial de inducir respuestas inflamatorias no deseadas , asi
como para proporcionar un beneficio " (HL Weiner y DJ Selkoe , " la inflamacion y
la vacunacion terapeutica en las enfermedades del sistema nervioso central , "La
naturaleza 420.6917 [Diciembre 19-26, 2002] : 879-84) . Estos investigadores
demostraron que una vacuna en forma de gotas para la nariz podria retardar el
deterioro del cerebro de la enfermedad de Alzheimer . . HLWeiner et al, "La
administracion nasal del peptido amiloide -beta disminuye la carga cerebral amiloide
en un modelo de raton de la enfermedad de Alzheimer, " Annals of Neurology 48.4
(octubre de 2000) : 567-79 .
52 . S. Vasan , P. Foiles y H. funda , "Potencial terapeutico de los trituradores de
glucosilacion avanzada
Entrecruzamientos producto en proteinas , " Archivos de Bioquimica y Biofisica
419,1 (1 de noviembre 2003) : 89-96 , DA Kass, " Getting Better Sin EDAD: Nuevas
aportaciones al Corazon diabetica , " Circulation Research 92,7 (Abril 18,2003) :
704-6 .
53 . S. Graham, " Matusalen Gusano Restos Energetico para la Vida

", 27 de octubre
de 2003, www.sciam.com/article.cfm?
chanID=sa003&articleID=000C601F-8711-
1F99 86FB83414B7F0156 .
54 . Pagina de inicio de Ron Weiss de la Universidad de Princeton
(http://www.princeton.edu/ ~ rweiss) enumera sus publicaciones , como "Bloques de
construccion geneticas Circuito de Computacion movil , comunicaciones y
procesamiento de senales , " Computacion Natural , una revista internacional 2.1
(enero de 2003) : 47-84 .
55 . SL Garfinkel , "Computacion Biologica, " Technology Review (mayo- junio de
2000) ,
http://static.highbeam.com/t/technologyreview/may012000/biologicalcomputing .
56 . Ibid . Vease tambien la lista de la investigacion actual en el sitio Web del MIT
Media Lab , http://www.media.mit.edu/research/index.html .
57 . Esta es una posible explicacion : " En los mamiferos , los embriones hembras
tienen dos cromosomas X y los hombres tienen un Durante el desarrollo temprano en
las mujeres , una de las X y la mayoria de sus genes son habitualmente silenciados o
inactivados De esta manera, la cantidad de genes. . expresion en hombres y mujeres
es la misma . Pero en los animales clonados , un cromosoma X ya se inactiva en el
nucleo donado . debe ser reprogramado y luego de nuevo mas tarde inactiva , que
introduce la posibilidad de errores . " CBC Noticias de la linea, " Los defectos
geneticos pueden explicar fracasos clonacion ", 27 de mayo de 2002,
http://www.cbc.ca/stories/2002/05/27/cloning_errors020527 . Los informes de que la
historia de F. Xue et al. , " Patrones aberrante de inactivacion del cromosoma X en
clones bovinos , " Nature Genetics 31.2 (junio 2002) : 216-20 .
58 . Rick Weiss, " Defectos Clone Point para Need for 2 padres geneticos ",
Washington Post, May 10,1999 ,

http://www.gene.ch/genet/1999/Jun/msg00004.html .
59 . A. Baguisi et al, " La produccion de cabras por transferencia nuclear de celulas somaticas , " Nature Biotechnology 5 (mayo de 1999) : . 456-61 . Para obtener mas informacion acerca de la asociacion entre Genzyme Transgenicos Corporation, la Universidad Estatal de Louisiana, y la Escuela de Medicina de la Universidad de Tufts que produjo este trabajo , ver los 27 de abril de 1999 Comunicado de prensa : " Los transgenicos Genzyme Corporation anuncia la primera clonacion exitosa de cabra transgenica , " http://www.transgenics.com/pressreleases/pr042799.html .
60 . Luba Vangelova , " Verdadero o Falso? Extincion es para siempre ", Smithsonian , junio de 2003 , http://www.smithsonianmag.com/smithsonian/issues03/jun03/phenomena.html .
61 . JB Gurdon y A. Colman , " El futuro de la clonacion , " Nature 402.6763 (16 de diciembre , 1999) : 743-46 ; Gregory Stock y John Campbell , eds , ingenieria de la linea germinal humana: una exploracion de la ciencia y la etica de la alteracion de los genes que pasamos a nuestros hijos (Nueva York : Oxford University Press, 2000) . .
62 . En el Instituto de Investigacion Scripps , senala, " La capacidad de desdiferenciacion o revertir celulas de linaje comprometidos a celulas progenitoras multipotentes podria superar muchos de los obstaculos asociados con el uso de los CES y las celulas madre adultas en aplicaciones clinicas (diferenciacion ineficiente , el rechazo de las celulas alogenicas , eficiente aislamiento y expansion , etc.) con un proceso de desdiferenciacion eficiente , es concebible que las celulas adultas saludables , abundantes y de facil acceso se podrian utilizar para generar diferentes tipos de celulas funcionales para la reparacion de tejidos y organos danados " (http://

www.scripps.edu / chem / ding / sciences.htm) .
La conversion directa de un tipo de celula diferenciada en otro - un proceso
denominado transdiferenciacion - seria beneficioso para la produccion de celulas
isogenicas [propia del paciente] para reemplazar las celulas o tejidos enfermos o
danados . Las celulas madre adultas muestran un potencial de diferenciacion mas
amplia de lo previsto y podrian contribuir a los tejidos distintos de aquellos en los que
residen. Como tales, pueden ser agentes terapeuticos valiosos . Los recientes avances
en la transdiferenciacion implican el transplante nuclear , la manipulacion de las
condiciones de cultivo de celulas , la induccion de la expresion genica ectopica y la
absorcion de moleculas a partir de extractos celulares . Estos enfoques abren la
puertas a nuevas vias de celulas de reemplazo isogenicas de ingenieria. Para evitar la
transformacion del tejido impredecible , la reprogramacion nuclear requiere
controlado y heredable modificaciones epigeneticas . Siguen siendo considerables
esfuerzos para desentranar los procesos moleculares NOTAS 557 reprogramacion
nuclear subyacente y evaluar la estabilidad de los cambios en reprogramado las
celulas .
Citado por P. Collas y Anne- Marl Hakelien , " Celulas Ensenanza New Tricks "
Trends in Biotechnology 21,8 (agosto de 2003) : 354-61 ; P. collas, " reprogramacion
nuclear en extractos libres de celulas , " Philosophical Transactions de la Royal
Sociedad de Londres , B 358.1436 (29 de agosto , 2003) : 1389-1395 .
63 . Los investigadores han convertido celulas de higado humano a las celulas del
pancreas en el laboratorio : Jonathan Slack et al , " Conversion experimental de
higado de pancreas , " Current Biology 13,2 (enero de 2003) : . 105-15 . Los

investigadores celulas reprogramadas para comportarse como otras celulas utilizando
extractos de celulas , por ejemplo , la piel las celulas fueron reprogramadas para
exhibir caracteristicas de celulas T . . Anne- Mari Hakelien et al , " Fibroblastos
Reprogramacion para expresar las funciones de celulas T utilizando extractos
celulares, " Nature Biotechnology 20,5 (mayo de 2002) : 460-66 ; Anne- Mari
Hakelien y P. Collas , " Nuevos enfoques de transdiferenciacion , " Clonacion Celulas
Madre 4.4 (2002) : 379-87 . Vease tambien David Tosh y Jonathan MW Slack, "
como las celulas cambian su fenotipo , " Nature Reviews Molecular Cell Biology 3.3
(marzo de 2002) : 187-94 .
64 . Vease la descripcion de los factores de transcripcion en la nota 21 , supra.
65 . RP Lanza et al, " Ampliacion de la celula Life- Span y la longitud del telomero
en los animales clonados a partir de celulas somaticas senescentes , " Ciencia
288.5466 (28 de abril de 2000) : . 66-9 . Ver tambien JC Ameisen , " Sobre el origen ,
la evolucion y la naturaleza de la muerte programada de la celula : Cronologia de
cuatro mil millones de anos"
Muerte Celular y Diferenciacion 9.4 (abril de 2002) : 367-93 ; Mary-Ellen Shay " ,
Transplantation
Sin un donante " , Sueno: La Revista de posibilidades (Hospital Infantil de Boston) ,
Otono 2001 .
66 . En 2000, la Red de Tolerancia Inmune
(http://www.immunetolerance.org), un
proyecto de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) y la Fundacion de Diabetes
Juvenil , anuncio un ensayo clinico multicentrico para evaluar la eficacia del
trasplante de islotes . De acuerdo con un resumen de la investigacion de ensayos
clinicos (James Shapiro, " Campath - Ifi y un ano Temporal monoterapia de

mantenimiento Sirolimus en Clinical trasplante de islotes , "
http://www.immunetolerance.org/public/clinical/islet/trials/shapiro2 .
html) , " Este
tratamiento no es adecuado para todos los pacientes con diabetes de tipo I, aunque no
hubiera ninguna limitacion en el suministro de los islotes , debido a los posibles
riesgos a largo plazo de cancer, las infecciones que amenazan la vida y los efectos
secundarios de medicamentos relacionados con el la terapia antirrechazo . Si la
tolerancia [funcion del injerto indefinida sin una necesidad de farmacos a largo plazo
para prevenir el rechazo] podria lograrse en riesgo por adelantado minima , a
continuacion, trasplante de islotes podria ser utilizado de forma segura antes en el
curso de la diabetes , y, finalmente, en los ninos en el momento del diagnostico " .
67 . "Laboratorio Crecido filetes Nearing Menu ",
http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99993208 , incluye la discusion de
las cuestiones tecnicas .
68 . El tiempo de reducir a la mitad para los tamanos de la caracteristica es de cinco
anos en cada dimension. Vease la discusion en el capitulo 2 .
69 . Un analisis por Robert A. Freitas Jr. indica que la sustitucion de 10 por ciento de
las celulas rojas de la sangre de una persona con respirocitos roboticos permitiria la
respiracion de una explotacion durante unas cuatro horas , que es aproximadamente
240 veces mas tiempo de un minuto (aproximadamente la longitud de tiempo factible
con todas las celulas rojas de la sangre biologicos) . Dado que este aumento se deriva
de la sustitucion de solo el 10 por ciento de las celulas rojas de la sangre , los
respirocitos son miles de veces mas eficaz .
70 . La nanotecnologia es " , control economico exhaustivo de la estructura de la
materia sobre la base de la molecula por molecula de control de los productos y
subproductos , los productos y procesos de fabricacion molecular ,

incluyendo la
maquinaria molecular " (Eric Drexler y Chris Peterson, Unbounding el futuro: La
revolucion de la nanotecnologia [New York: William Morrow , 1991]) . Segun los
autores :

La tecnologia ha estado moviendo hacia un mayor control de la estructura de la
materia durante miles de anos .... [P] ast avanzadas tecnologias de tubos de
microondas , laser, superconductores , satelites , robots y similares - han venido
goteando de las fabricas , al principio con etiquetas de alto precio y aplicaciones
estrechas . La fabricacion molecular , sin embargo, sera mas como computadoras :
una tecnologia flexible con una amplia gama de aplicaciones . Y la fabricacion
molecular no vendra goteando de fabricas convencionales al igual que las
computadoras , que reemplazara las fabricas y reemplazar o mejorar sus productos.
Esto es algo nuevo y fundamental , no solo otro gadget del siglo XX. Esto surge de
las tendencias del siglo XX en la ciencia, pero va a romper el lineas de tendencia en
la tecnologia , la economia y los asuntos ambientales. [cap. 1]

Drexler y Peterson describen el posible alcance de los efectos de la revolucion : las
celulas solares eficientes " tan barato como periodico y tan dura como asfalto, " los
mecanismos moleculares que pueden matar a los virus del resfriado en seis horas
antes , maquinas inmunes biodegradacion que destruyen las celulas malignas en el
cuerpo con solo pulsar un boton , las supercomputadoras de bolsillo , el fin del uso de
combustibles fosiles , los viajes espaciales , y la restauracion de las especies perdidas.

Vease tambien E. Drexler, Engines of Creation (New York : Anchor Books, 1986).

El Foresight Institute tiene una lista util de preguntas frecuentes nanotecnologia
(http://www.foresight.org/NanoRev/FIFAQ1.html) y otra informacion

. Otros
recursos Web incluyen la Iniciativa Nacional de Nanotecnologia
(http://www.nano.gov) , http://nanotechweb.org , pagina
nanotecnologia del Dr.
Ralph Merkle (http://www.zyvex.com/nano) . y Nanotecnologia , un
diario en linea
(http://www.iop.org/EJ/journal/0957-4484) . Extenso material sobre
la
nanotecnologia se puede encontrar en el sitio Web del autor en
http://www.kurzweilAI.net/meme/frame.html?m=18 .
71 . Richard P. Feynman , " Hay mucho sitio al fondo ", la Sociedad
Americana de
Fisica reunion anual , Pasadena , California, 1959 , transcrito en
http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html .
72 . John von Neumann , la teoria de la auto- reproduccion de
Automatas , AW
Burks , ed. (Urbana : University of Illinois Press, 1966) .
73 . El estudio mas completo de la replicacion maquina de
cinematica es Robert A.
Freitas Jr. Y Ralph C. Merkle , cinematicos maquinas autorreplicantes
(Georgetown ,
Tex : Landes Bioscience, 2004) ,
http://www.MolecularAssembler.com/KSRM.htm .
74 . K. Eric Drexler, motores de la creacion , y K. Eric Drexler,
nanosistemas :
Maquinaria Molecular, Fabricacion y Computacion (New York: Wiley
Interscience,
1992).
75 . Vease el analisis de los circuitos de nanotubos en el capitulo 3,
que incluye el
analisis del potencial de los circuitos de nanotubos en la nota 9 de
este capitulo.
76 . K. Eric Drexler y Richard E. Smalley, " Nanotecnologia: Drexler y
Smalley
muestran la utilidad del favor y en contra " ensambladores
moleculares ", " Chemical
and Engineering News , 30 de noviembre de 2003,
http://pubs.acs.org/cen/
coverstory/8148/8148counterpoint.html .
77 . Ralph C. Merkle , Nanotecnologia 8 " A " metabolismo "
Propuesta para un
ensamblador de Hidrocarburos " (diciembre de 1997) : 149-62 ,
http://www.iop.org/EJ/abstract/0957-4484/8/4/ 001 o
http://www.zyvex.com/nanotech/hydroCarbonMetabolism.html . Ver

tambien Ralph
C. Merkle , " sitios de union para su uso en un simple ensamblador , "
Nanotecnologia 8 (1997) : 23-28 ,
http://www.zyvex.com/nanotech/bindingSites.html ; Ralph C. Merkle , " una nueva
familia de seis grados de libertad Dispositivos posicionales , " Nanotecnologia 8
(1997) : 47-52 , http://www.zyvex.com/nanotech/6dof.html ; Ralph C. Merkle , "
Carcasa un ensamblador , " Nanotecnologia 10 (1999) : 315-22 ,
http://www.zyvex.com/nanotech/casing ; Robert A. Freitas Jr. , " una herramienta
sencilla para Mecanosintesis Diamond posicional , y su metodo de fabricacion ", la
solicitud de patente provisional de EE.UU. N o 60/ 543, 802 , presentada el 11 de
febrero de 2004, proceso que se describe en conferencia en
http://www.MolecularAssembler.com/Papers/PathDiamMolMfg.htm ; Ralph C.
Merkle y Robert A. Freitas Jr. , " Analisis teorico de un carbono - carbono
Herramienta de ubicaciones Dimer para Mecanosintesis Diamond, " Diario de la
Nanociencia y la Nanotecnologia 3 (agosto de 2003) : 319 -24 ,
http://www.rfreitas.com/Nano/JNNDimerTool.pdf ; Robert A. Freitas Jr. y Ralph C.
Merkle , " Merkle - Freitas Hidrocarburos Molecular ensamblador , en cinematicas
maquinas autorreplicantes , seccion 4.11.3 (Georgetown , Texas : Landes Bioscience,
2004) , pp 130-35 ,
http://www.MolecularAssembler.com/KSRM/4.11.3.htm .
78 . Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . 1 , las capacidades basicas , seccion
6.3.4.5 , " Las celulas Chemoelectric " (Georgetown , Tex : Landes Bioscience,
1999) , pp 152-54 ,
http://www.nanomedicine.com/NMI/6.3.4.5.htm ; Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . 1 , las capacidades basicas , seccion 6.3.4.4 ,
"Motores de glucosa " (Georgetown , Tex : Landes Bioscience,
1999) , pp149-52 ,
http://www.nanomedicine.com/NMI/6.3.4.4.htm , K. Eric Drexler,

nanosistemas :
Maquinaria Molecular, Fabricacion, y Computacion , seccion 16.3.2 , "Poder y
Control Acustico " (New York : Wiley Interscience , 1992) , pp 472-76 . Vease
tambien Robert A. Freitas Jr. y Ralph C. Merkle , cinematicos maquinas
autorreplicantes , anexo B.4 , " transductor acustico de poder y control "
(Georgetown , Tex : Landes Bioscience, 2004) , pp 225-33 ,
http://www.MolecularAssembler.com/KSRM/AppB.4.htm .
79 . El estudio mas exhaustivo de estas propuestas se pueden encontrar en Robert A.
Freitas Jr. y Ralph C. Merkle , cinematicos maquinas autorreplicantes , capitulo 4 , "
microescala y Molecular Replicantes maquina de cinematica "
(Georgetown , Tex :
Landes Bioscience, 2004) , pp 89-144 ,
http://www.MolecularAssembler.com/KSRM/4.htm .
80 . Drexler, nanosistemas , p . 441 .
81 . El estudio mas exhaustivo de estas propuestas se pueden encontrar en Robert A.
Freitas Jr. y Ralph C. Merkle , cinematicos maquinas autorreplicantes , capitulo 4 , "
microescala y Molecular Replicantes maquina de cinematica "
(Georgetown , Tex :
Landes Bioscience, 2004) , pp 89-144 ,
http://www.MolecularAssembler.com/KSRM/4.htm .
82 . TR Kelly , H. De Silva y RA Silva , " Movimiento Circular unidireccional en un
sistema molecular "
Naturaleza 401.6749 (9 de septiembre , 1999) : 150-52 .
83 . Carlo Montemagno y George Bachand , "Construyendo nanomecanicos
dispositivos impulsados por motores biomoleculares , "
Nanotecnologia 10 (1999) :
225-31 ; George Bachand D. y D. Carlo Montemagno , " Construyendo Organica /
Inorganica NEMS dispositivos impulsados por motores biomoleculares , "
Biomedical Microdevices 2.3 (junio de 2000) : 179-84 .
84 . N. Koumura et al. , "Light- Driven Rotor Molecular Monodireccional , " Nature
401.6749 (septiembre 9 , 1999) : 152-55 .

85 . Berkeley Lab, " una cinta transportadora para la Nano- Edad ", 28 de abril de
2004, http://www.lbl.gov/Science- articulos / Archivo / MSD- cinta transportadora
para la nanoage.html .
86 . "Estudio : autorreplicantes nanomaquinas factible ", 2 de junio de 2004,
http://www.smalltimes.com/document_display.cfm?
section_id=53&document_id=8007 , informando sobre Tihamer Toth - Pejel , "
Automatas celulares Modelos cinematico , " Abril 30 , 2004 ,
http://www.niac.usra.edu/files/studies/final_report/pdf/883Toth-Fejel.pdf .
87 . WU Dittmer , A. Reuter y FC Simmel , " una maquina basada en el ADN que
ciclicamente se puede enlazar y liberacion de trombina , " Angewandte Chemie
International Edition 43 (2004) : 3550-53 .
88 . Shiping Liao y Nadrian C. Seeman , "Conversion de senales de ADN en
instrucciones de montaje Polimero , " Ciencia 306 (17 de diciembre , 2004): 2072-
74 , http://www.sciencemag.org/cgi/reprint/306/5704/ 2072.pdf .
89 . Instituto de Investigacion Scripps , "Nano - origami ", 11 de febrero de 2004,
http://www.eurekalert.org/pub_releases/2004-02/sri-n021004.php .
90 . Jenny Hogan, "ADN Robot da sus primeros pasos ", 6 de mayo de 2004,
http://www.newscientist.com/news/news.jsp?id=ns99994958 , informando sobre
Nadrian Seeman y William Sherman, " Un ADN controlada con precision bipedo
dispositivo caminar " Nano Letters 4.7 (julio 2004) : 1203-7 .
91 . Helen Pearson , " Bichos Construccion encontrar trabajo Tiny, " Noticias
Naturaleza , 11 de julio de 2003,
http://www.nature.com/news/2003/030707/full/030707-9.html .
92 . Richard E. Smalley , " Nanofallacies : De Quimica, Amor y nanobots ",
Scientific American 285,3 (septiembre de 2001) : 76-77 ; requiere suscripcion para
este enlace : http://www.sciamdigital.com/browse.cfm?
sequencenameCHAR =
elemento2 y methodnameCHAR = resou rce_getitembrowse y

interfacenameCHAR
= browse.cfm y ISSUEID_CHAR = 6A628AB3 - 17A5
4374 - B100- 3185A0CCC86 y ARTICLEID_CHAR = F90C4210 - C153
- 4B2F -
83A1 28F2012B637 y sc = I100322 .
93 . Vease la bibliografia de referencias en notas 108 y 109 a continuacion. Ver
tambien Drexler, nanosistemas , por su propuesta. Para la confirmacion de la muestra,
ver Xiao Yan Chang , Martin Perry , James Peploski , Donald L. Thompson, y Lionel
M. Raff , "Los estudios teoricos de las reacciones de hidrogeno - abstraccion de
diamante y diamondlike Superficies , " Diario de la Quimica Fisica 99 (15 de
septiembre , 1993) :4748-58 . Ver tambien LJ Lauhon y W. Ho, " inducir y observar
la abstraccion de un solo atomo de hidrogeno en la reaccion bimolecular con un
microscopio de Efecto Tunel , " Journal of Physical Chemistry 105 (2000) : 3987-92 ;
G. Allis y K. Eric Drexler, "Diseno y Analisis de una herramienta molecular para la
transferencia de carbono en Mecanosintesis , " Journal of Computacional y Teorica
Nanociencia 2.1 (marzo- abril de 2005, en prensa) .
94 . Lea Winerman , " como agarrar un Atom , " Physical Review Focus , 2 de mayo
de 2003, http://focus.aps.org/story/v11/st19 , informando de Noriaki Oyabu , "
Manipulacion Vertical mecanica de los atomos individuales seleccionados por
Nanoindentacion Soft uso de un Cerca de Contacto Microscopio de Fuerza Atomica ,
" Physical Review Letters 90.17 (2 de mayo , 2003) : 176.102 .
95 . Robert A. Freitas Jr. , "Bibliografia Tecnico de Investigaciones sobre
Mecanosintesis posicional
Foresight Institute sitio Web , 16 de diciembre de 2003,
http://foresight.org/stage2/mechsynthbib.html .
96 . Ver ecuacion y explicacion en la p. 3 de Ralph C. Merkle , "Eso es imposible!
Como buenos cientificos
Llegar a Bad Conclusiones ",

http://www.zyvex.com/nanotech/impossible.html .
97 . " Por lo tanto ΔXc se acaba de ~ 5 % de la tipica nube de electrones diametro
atomico de ~ 0,3 nm , imponiendo solo una modesta restriccion adicional en la
fabricacion y la estabilidad de las estructuras nanomecanicos .
(Incluso en la mayoria
de los liquidos a sus puntos de ebullicion , cada molecula es libre de mover solo ~
0.07 nm de su posicion media.) " Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . 1 , las
capacidades basicas , seccion 2.1 : ".Es Molecular Manufacturing posible? "
(Georgetown , Tex : Landes Bioscience , 1999) , p . 39 ,
http://www.nanomedicine.com/NMI/2.1.htm # p9 .
98 . Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . 1 , las capacidades basicas , seccion
6.3.4.5 , " Las celulas Chemoelectric " (Georgetown , Tex : Landes Bioscience,
1999) , pp 152-54 ,
http://www.nanomedicine.com/NMI/6.3.4.5.htm .
99 . Montemagno y Bachand , " Construccion de Dispositivos nanomecanicos
Desarrollado por Biomolecular Motors " .
100 . Carta abierta de Foresight Presidente K. Eric Drexler al premio Nobel Richard
Smalley, http://www.foresight.org/NanoRev/Letter.html , y reimpreso aqui:
http://www.KurzweilAI.net/meme/frame.html . main = / articles/art0560.html . La
historia completa se puede encontrar en Ray Kurzweil , " El Debate Drexler -
Smalley en la Asamblea Molecular, "
http://www.KurzweilAI.net/meme/frame.htrnl? main=/articles/art0604.html .
101 . K. Eric Drexler y Richard E. Smalley, " Nanotecnologia: Drexler y Smalley
muestran la utilidad del favor y en contra " ensambladores moleculares '", Chemical
& Engineering News 81.48 (diciembre 1,2003) : 37-42 , http://pubs .acs.org/cen/coverstory/8148/8148counterpoint.html .
102 . A. Zaks y AM Klibanov , " la catalisis enzimatica en medios organicos a 100
grados C, " La ciencia 224.4654 (15 de junio de 1984) : 1249-1251 .

103 . Patrick Bailey, " Desentranando el gran debate sobre las maquinas pequenas , "
BetterHumans , 16 de agosto . 2004 ,
http://www.betterhumans.com/Features/Reports/report.aspx?articleID=2004-08-16-
1 . 104 . Charles B. Musgrave et al, "Estudios Teoricos de una herramienta de
abstraccion de hidrogeno de Nanotecnologia , " Nanotecnologia 2 (octubre de 1991) :
. 187-95 ; Michael pagina y Donald W. Brenner , " la abstraccion de hidrogeno a
partir de una superficie de diamantes: Ab initio Quantum Estudio quimico con
isobutano restringida como modelo ", Revista de la Sociedad quimica Americana
113.9 (1991) : 3270 -
74 , Xiao Yan Chang , Martin Perry , James Peploski , Donald L. Thompson, y Lionel
M. Raff , "Los estudios teoricos de las reacciones de hidrogeno - abstraccion de
Diamond y Diamond -like Superficies , " Diario de la Quimica Fisica 99 (15 de
septiembre 1993) : . 4748-58 ; JW Lyding , K. Hess , GC Abeln , et al, "
Nanofabrication UHV -STM e hidrogeno / deuterio desorcion de superficies de silicio
: Implicaciones para la tecnologia CMOS , " Applied Surface Science 132 (1998) :
221 ; http://www.hersam-group.northwestern.edu/publications.html ; eT . Foley et al ,
" Criogenico STM UHV estudio de desorcion de hidrogeno y deuterio de silicio (100)
, " Physical Review Letters 80 (1998) : 1336-1339 ,
http://prola.aps.org/abstract/PRL/v80/i6/p1336_1 ; LJ Lauhon y W. Ho, " La
induccion y la observacion de la abstraccion de un solo atomo de hidrogeno en la
reaccion bimolecular con un microscopio de Efecto Tunel , " Journal of Physical
Chemistry 105 (2000) : 3987-92 .
105 . Stephen P. Walch y Ralph C. Merkle , "Estudios Teoricos de Mecanosintesis
Diamond Reacciones , " Nanotecnologia 9 (septiembre de 1998) : 285-96 ; Fedor N.

Dzegilenko , Deepak Srivastava y Subhash Saini , " Simulaciones de Nanotubos de
Carbono Consejo Asistido Reacciones Mecano- quimicos en una superficie de
diamantes , " Nanotecnologia 9 (diciembre de 1998) : 325-30 ; Ralph C. Merkle y
Robert A. Freitas Jr. , " Analisis teorico de una herramienta de Carbon -Carbon Dimer
Colocacion de Mecanosintesis Diamond, " Diario de la Nanociencia y la
Nanotecnologia 3 (agosto de 2003) : 319 - 24 ,
http://www.rfreitas.com/Nano/DimerTool.htm ; . Jingping Peng , Robert A. Freitas Jr.
y Ralph C. Merkle , "Analisis teorico de Diamond Mecano- Sintesis Parte
I. Estabilidad de C2 Mediada Crecimiento de Nanocrystalline Diamond C (1Lo)
Surface ", Journal of Computacional y Teorica Nanociencia 1 (marzo de 2004) : 62-
70 , http://www.molecularassembler.com/JCTNPengMar04.pdf , David J. Mann,
Jingping Peng , Robert A. Freitas Jr. y Ralph C. Merkle , "Analisis teorico de
mecanosintesis Diamond . Parte II . C2 Crecimiento mediada de Diamond C (' lo)
Superficie traves Si/Ge- Triadamantane Dimero Herramientas de colocacion ",
Revista de Nanociencia Computacional y Teorica 1 (marzo de 2004) , 71-80 ,
http://www.molecularassembler.com/JCTNMannMar04.pdf .
106 . El analisis de las herramientas de deposicion de carbono de la herramienta y la
abstraccion de hidrogeno han participado muchas personas , entre ellas: Donald W.
Brenner , Tahir Cagin , Richard J. Colton , K. Eric Drexler, Fedor N. Dzegilenko ,
Robert A. Freitas Jr. , William A . Goddard III , JA Harrison , Charles B. Musgrave ,
Ralph C. Merkle , Michael Page International , Jason K. Perry, Subhash Saini, OA
Shenderova , Susan B. Sinnott , Deepak Srivastava , Stephen P.Walch y Carter T.
White .
107 . Ralph C. Merkle , Nanotecnologia 8 " A " metabolismo "

Propuesta para un
ensamblador de Hidrocarburos " (diciembre de 1997) : 14-62 ,
http://www.iop.org/EJ/abstraet/0957-4484/8/4/ 001 o
http://www.zyvex.com/nanotech/hydroCarbonMetabolism.html .
108 . Una util bibliografia de referencias : Robert A. Freitas Jr. ,
"Bibliografia
Tecnico de Investigaciones sobre Mecanosintesis posicional ," sitio
Web Foresight
Institute , 16 de diciembre de 2003,
http://foresight.org/stage2/mechsynthbib.html ;
Wilson Ho y Hyojune Lee, " Formacion Single Bond y caracterizacion
con un
microscopio de Efecto Tunel , " Ciencia 286.5445 (26 de noviembre ,
1999) : 1719-
1722 , http://www.physics.uci.edu/ ~ wilsonho / stm - iets.html ;
K.Eric Drexler,
nanosistemas , capitulo 8 , Ralph Merkle , " " metabolismo "
propuesta para un
ensamblador de Hidrocarburos " ; Musgrave et al, "Estudios teoricos
de una
herramienta de abstraccion de hidrogeno para las nanotecnologias
" , . Michael
pagina y Donald W. Brenner , " Abstraccion hidrogeno a partir de
una superficie de
diamantes: Ab initio Quantum Estudio quimico con isobutano
restringida como
modelo ", Journal of
la Sociedad Americana de Quimica 113,9 (1991) : 3270-74 ; DW
Brenner et al , "
Ingenieria simulada de nanoestructuras , " La nanotecnologia 7
(septiembre de 1996)
: 161-67 , http://www.zyvex.com/nanotech/nano4 . /
brennerPaper.pdf ; SP Walch ,
WA Goddard III , y Ralph Merkle , "Los estudios teoricos de las
reacciones en
superficies de diamante , " Quinta Conferencia Foresight sobre
Nanotecnologia
Molecular, 1997 ,
http://www.foresight.org/Conferences/MNT05/Abstracts /
Walcabst.html , Stephen P. Walch y
Ralph C. Merkle , "Los estudios teoricos de reacciones
mecanosintesis Diamond , "
Nanotecnologia 9 (septiembre de 1998) : 285-96 ; Fedor N.
Dzegilenko , Deepak

Srivastava , y Subhash Saini, " Simulaciones de Nanotubos de Carbono Consejo
Asistido Reacciones mecano - quimicos en una superficie de diamantes , "
Nanotecnologia 9 (diciembre de 1998) : 325-30 ; Lyding JW et al, . "
Nanofabrication UHV -STM e hidrogeno / deuterio desorcion de superficies de silicio
: Implicaciones para la tecnologia CMOS , " Applied Surface Science 132 (1998) :
221 , http://www.hersam group.northwestem.edu / publications . Loading eT Foley et
al, " Criogenico UHV
-STM Estudio de la desorcion de hidrogeno y deuterio de silicio (100) , " Physical
Review Letters 80 (1998) . : 1336-1339 ,
http://prola.aps.org/abstract/PRL/v80/i6/p1336_1 ; MC Hersam , G. CAbeln y JW
Lyding , " Un enfoque eficiente para la localizacion y Nanoestructuras electricamente
Ponerse en contacto fabricada a traves de UHV -STM Litografia sobre Si (100) , "
Ingenieria Microelectronica 47 (1999) : 235 -
37 ; LJ Lauhon y W. Ho, " inducir y observar la abstraccion de un solo atomo de
hidrogeno en reaccion bimolecular con un microscopio de Efecto Tunel , " Journal of
Physical Chemistry 105 (2000) : 3987-92 ,
http://www.physics.uci.edu/ ~ wilsonho /
stm - iets.html .
109 . Eric Drexler, "Contadores Drexler ", publicado por primera vez en
KurzweilAI.net el 1 de noviembre de 2003:
http://www.KurzweilAI.net/meme/frame.html?
main=/articles/art0606.html . Vease
tambien K. Eric Drexler, nanosistemas : Maquinaria Molecular, Fabricacion y
Computacion (New York: Wiley Interscience, 1992) , capitulo 8 , Ralph C. Merkle ,
"Debate Foresight con Scientific American " (1995) , http://www .foresight.org /
SciAmDebate / SciAmResponse.html ; Wilson Ho y Hyojune Lee, " Formacion
Single Bond y caracterizacion con un microscopio de Efecto Tunel , " Ciencia

286.5445 (26 de noviembre , 1999) : 1719-1722 ,
http://www.physics . uci.edu / ~
wilsonho / stm iets.html , K. Eric Drexler , David Forrest , Robert A. Freitas Jr. , J.
Storrs Hall, Neil Jacobstein , Tom McKendree , Ralph Merkle , y Christine Peterson,
" En Fisica , Fundamentos y nanorobots : una refutacion a la afirmacion de que
Smalley Nanorobots mecanicos autorreplicantes simplemente no son posibles : un
debate sobre Ensambladores " (2001) , http://www.imm .org/SciAmDebate2/smalley.html .
110 . Ver
http://pubs.acs.org/cen/coverstory/8148/8148counterpoint.html ;
http://www.kurzweilAI.net/meme/frame.html?
main=/articles/art0604.html ?
111 . Maysinger D. et al , " Copolimeros en Bloque Modificar la internalizacion de
sondas de micelas - incorporados en las celulas neuronales , " Biochimica et
Biophysica Acta 1539,3 (20 de junio , 2001) : . . 205-17 ; R. Savic et al , "
nanocontenedores micelares Distribuir a organulos citoplasmaticos definidos ,
"Ciencia 300.5619 (abril 25 , 2003) : 615-18 .
112 . . T. Yamada et al , " Nanopartides para la entrega de genes y medicamentos para
hepatocitos humanos , " Nature Biotechnology 21,8 (agosto de 2003) : 885-90 .
Publicado electronicamente 29 de junio 2003 . Resumen:
http://www.nature.com/cgitaf/
DynaPage.taf?file=/nbt/journal/v21/n8/abs/nbt843.html .
Comunicado de prensa
breve de la Naturaleza :
http://www.nature.com/nbt/press_release/nbt0803.html .
113 . Richards Grayson et al, " Una revision BioMEMS : tecnologia MEMS para
dispositivos integrados Fisiologicamente ," IEEE Proceedings 92 (2004) : 6-21 ;
Richards Grayson et al, " Release Molecular desde un dispositivo polimerico
microdeposito : . Influencia de la Quimica , Polimeros . Hinchazon, y carga en el
rendimiento de dispositivos, " Journal of Biomedical Materials 69A.3

investigacion
(1 de junio , 2004): 502-12 .
114 . " Ablacion Tumoral Photo- termica en ratones usando Cerca de absorcion de
infrarrojos D. Patrick O'Neal et al. , Nanoparticulas ", Cancer Letters 209,2 (25 de
junio , 2004) : 171-76 .
115 . Agencia Internacional de Energia, a partir de una presentacion RE Smalley, "La
nanotecnologia , el S & TWorkforce , Energia y Prosperidad ", p . 12 , presentado en
PCAST (Consejo de Asesores en Ciencia y Tecnologia del Presidente), Washington,
DC, 3 de marzo de 2003, http://www.ostp.gov/PCAST IPCAST % 203-3-03 % 20R
% 20Smalley % 20Slides . pdf , tambien en
http://cohesion.rice.edu/NaturalSciences/Smalley/emplibrary/PCAST % 20March %
203 % 202003.pp t.
116 . Smalley, "La nanotecnologia , el S & TWorkforce , Energia y prosperidad . "
117 . " FutureGen A- Iniciativa de Investigacion de Secuestro e Hidrogeno ", del
Departamento de Energia de EE.UU. , Oficina de Energia Fosil , febrero de 2003 ,
http://www.fossil.energy.gov/programs/powersystems/futuregen/futuregen_factsheet.
pdf .
118 . Drexler , nanosistemas , pp 428 , 433 .
119 . Barnaby J. Feder, "Cientifico en el trabajo / Richard Smalley : Pensamientos
pequenas para una red mundial ", New York Times, 2 de septiembre de 2003; el
siguiente enlace requiere suscripcion o adquisicion :
http://query.nytimes.com/gst/
abstract.html ? res = F30C17FC3D5C0C718CDDA00894DB404482 .
120 . Agencia Internacional de la Energia , de Smalley, "La nanotecnologia , la fuerza
laboral de S & T, Energia y Prosperidad ", p . 12 .
121 . Consejo Americano para la Universidad de las Naciones Unidas , Proyecto del
Milenio Global Reto 13 : http://www.acunu.org/millennium/ch-13.html .
122 . "La transmision inalambrica de energia del futuro de la Tierra ,

" Medio
Ambiente News Service , 19 de noviembre , 2002 , al informar sobre Jerome C.
Glenn y Theodore J. Gordon en " 2002 Estado del Futuro ", Consejo Americano para
la Universidad de las Naciones Unidas (agosto de 2002) .
123 . Revelacion: el autor es asesor e inversor en esta empresa .
124 . "NEC presenta portatil metanol como combustible ", Associated Press , 30 de
junio de 2003,
http://www.siliconvalley.com/mld/siliconvalley/news/6203790.htm .
informar sobre comunicado NEC , "NEC presenta Notebook PC Con una funcion de
la celula de combustible ", 30 de junio de 2003,
http://www.nec.co.jp/press/en/0306/3002.html .
125 . Tony Smith , "Toshiba Boffins Prep Laptop Fuel Cell , " The Register , 5 de
marzo de 2003, http://www .
theregister.co.uk/2003/03/05/toshiba_boffins_prep_laptop _fuel ; Yoshiko Hara,
"Toshiba desarrolla Matchbox - Sized pilas de combustible para los telefonos moviles
, " EE Times, 24 de junio de 2004, http://www.eet.com/article / showArticle.jhtml ?
articleId = 22101804 , informando sobre Toshiba comunicado de prensa , " de
Toshiba anuncia el mas pequeno del mundo directo metanol Fuel Cell con la
produccion de energia de 100 milliwats , "
http://www.toshiba.com/taec/press/dmfc04_222.shtml .
126 . Karen Lurie , " coches de hidrogeno ", ScienceCentral Noticias , Mayo 13 ,
2004, http://www.sciencentral.com/articles/view.php3? language=english&type=article&article_id=21839 2247 .
127 . Louise Knapp, " Booze a Fuel Gadget Baterias , " Wired News, 2 de abril de
2003, http://www.wired.com/news/gizmos/0 , 1452,58119,00 . Html, y St. Louis
University de prensa " Impulsado por su gabinete de licor , Nueva Biofuel celular
podria reemplazar las baterias recargables ", 24 de marzo de 2003, http . / /
www.slu.edu/readstory/newsinfo/2474 , informan sobre Nick Akers y Shelley

Minteer , " Hacia el Desarrollo de un conjunto de electrodos de membrana ",
presentado en la reunion nacional de la Sociedad quimica Americana , Anaheim ,
California (2003) .
128 . "Celula Biofuel funciona con energia metabolica al poder implantes medicos , "
Nature Online , noviembre 12 , 2002 ,
http://www.nature.com/news/2002/021111/full/021111-1.html , informando sobre N.
Mano, F.Mao y A. Heller, " Una miniatura de funcionamiento celular biocombustibles en un tampon fisiologico ", revista de la American Chemical
Society, 124 (2002) : 12.962 a 63 .
129 . "El poder de la sangre podria conducir a" Baterias Humanos '", FairfaxDigital ,
4 de agosto de 2003,
http://www.smh.com.au/articles/2003/08/03/1059849278131.html?oneclick=true .
Lea mas acerca de las celulas de combustible microbianas aqui:
http://www.geobacter.org/research/microbial/ . BioMEMS diagramas de laboratorio
de Matsuhiko Nishizawa una celula micro - biocombustibles :
http://www.biomems.mech.tohoku.ac.jp/research_e.html . Este breve articulo
describe el trabajo en una fuente de energia implantable , no toxico , que ahora
pueden producir 0,2 vatios : http://www.iol.co.za/index.php?se_id=l&click_id=31&art_id=qw111596760144B215 .
130 . Mike Martin , " Los nanotubos Pace - ajuste puede Potencia Micro -
dispositivos" NewsFactor , 27 de febrero , 2003 ,
http://physics.iisc.ernet.in/ ~ asood /
Pace -Setting % 20Nano tubos % 20May % 20Power % 20Micro - Devices.htm .
131 . " Por ultimo , es posible derivar un limite al total planetario activo masa
nanorrobot teniendo en cuenta el equilibrio global de energia . Insolacion solar total
recibida en la superficie de la Tierra es ~ 1,75 ° 1017 watts (iearth ~ 1370 W/m2 —
0,4 % en incidencia normal) , " Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . 1 ,
Capacidades Basicas , seccion 6.5.7 , "Limite Global Hypsithermal " (Georgetown ,
Tex : Landes Bioscience , 1999) , pp 175-76 ,
http://www.nanomedicine.com/NMI/6.5.7.htm # p1.
132 . Esto supone 10 mil millones (1010) a las personas , una densidad de potencia

de nanorobots de alrededor de 107 vatios por metro cubico, un tamano nanorobot de un micron cubico, y un poder extraer de unos 10 picovatios (10-11 watts) por nanorobot . El limite hypsithermal de 1016 watts implica unos 10 kilogramos de nanorobots por persona , o nanorobots 1.016 por persona. Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . 1 ,
Capacidades Basicas , seccion 6.5.7 "Limite Global Hypsithermal " (Georgetown , Tex : Landes Bioscience , 1999) , pp 175-76 ,
http://www.nanomedicine.com/NMI/6.5.7.htm # p4 .
133 . Alternativamente , la nanotecnologia puede ser disenado para ser extremadamente eficiente de la energia en el primer lugar de modo que la energia recaptura seria innecesario , y no factible porque no habria relativamente poca disipacion de calor para recuperar . En una comunicacion privada (enero de 2005) , Robert A. Freitas Jr. escribe: " Drexler (nanosistemas : 396) afirma que la disipacion de energia puede , en teoria, ser tan bajo como ediss ~ 0,1 MJ / kg ' si se supone el desarrollo de una serie de procesos capaces de mecanoquimica la transformacion de moleculas de materia prima en las estructuras de productos complejas utilizando pasos solo fiables , casi reversibles : 0,1 MJ / kg de diamante se corresponde aproximadamente con el ruido termico minimo a temperatura ambiente (por ejemplo , kT ~ 4 zJ / atomo a 298 K) " .
134 . Alexis De Vos , Termodinamica endoreversible de Conversion de Energia Solar (Londres : Oxford University Press , 1992) , p . 103 .
135 . R. D. Schaller y V. 1 . Klimov , " Multiplicacion Carrier Alta Eficiencia en nanocristales PbSe : Implicaciones para la conversion de energia solar , " Physical Review Letters 92.18 (7 de mayo , 2004): 186.601 .
136 . National Academies Press, Comision de Ciencias Fisicas , Matematicas y Aplicaciones , Luz Aprovechamiento : Ciencia e Ingenieria optica para el siglo 21 , (Washington , DC : National Academy Press , 1998) , p . 166 ,
http://books.nap.edu/books/0309059917/html/166.html .
137 . Matt Marshall, " World Events despertar el interes en la celula solar Energy Start -ups , " Mercury News , 15 de agosto de 2004,
http://www.konarkatech.com/news_articles_082004/b-silicon_ valley.php y
http://www . nanosolar.com/cache/merc081504.htm .
138 . John Gartner , " Los espacios de la NASA en la solucion de la energia , " Wired News , 22 de junio de 2004, http://www.wired.com/news/technology/0 ,
1282,63913,00 . HTML . Ver tambien Arthur Smith, " El caso de la energia solar desde el espacio ", http://www.lispace.org/articles/SSPCase.html .
139 . " El Primer Ascensor Espacial ", Fundacion Spaceward ,
http://www.elevator2010.org/site/primer.html .
140 . Kenneth Chang, "Los expertos dicen que las nuevas demandas de Escritorio Fusion parecer mas creible ", New York Times, 3 de marzo de 2004,
http://www.rpi.edu/web/News/nytlahey3.html , informando sobre RP Taleyarkhan " , evidencia adicional de las emisiones nucleares durante la cavitacion acustica, " Physical Review e: estadistico , no lineal y suave fisica de la Materia 69.3 , pt . 2 (marzo de 2004) : 036.109 .
141 . El metodo original Pons y Fleischman de la fusion fria de escritorio usando electrodos de paladio no esta muerto. Ardientes defensores han seguido aplicando la tecnologia , y el Departamento de Energia anuncio en 2004 que se estaba llevando a cabo una nueva revision formal de la reciente investigacion en este campo . Toni Feder, "DOE calienta a la fusion fria , " Physics Today (abril de 2004) ,
http://www.physicstoday.org/vol-57/iss-4/p27.html .
142 . Akira Fujishima , Tata N. Rao y Donald A. Tryk , "Dioxido de titanio fotocatalisis , " Diario de Fotoquimica y Fotobiologia C: Fotoquimica Revision 1 (29 de junio de 2000) : 1-21 ; Prashant V. Kamat , Rebecca Huehn y Roxana Nicolaescu ", " Sense and Shoot ' Un enfoque para la degradacion fotocatalitica de contaminantes organicos en el agua, " Journal of Physical Chemistry B 106 (31 de enero, 2002) : 788-94 .
143 . AG Panov et al, " Fotooxidacion de tolueno y p -xileno en cationes zeolitas intercambiadas con X , Y, ZSM - 5 y Beta: El Papel de las propiedades fisicoquimicas de zeolita en el rendimiento del producto y la selectividad " . Journal of Physical Chemistry B 104 (22 de junio 2000) : 5706-14 .
144 . Gabor A. Somorjai y Keith McCrea , " Hoja de ruta para la Ciencia Catalisis en el siglo 21 : Una vision personal de construir el futuro de los logros del pasado y

presente, " Catalisis Aplicada A: Informacion general 222,1-2 (2001) : 3-18 , Lawrence Berkeley Nacional numero Laboratorio 3.LBNL - 48555 , http://www.cchem.berkeley.edu/ ~ gasgrp/2000.html (publicacion 877) . Vease tambien Zhao , Lu , y Millar , "Avances en tamiz molecular mesoporoso MCM- 41 , " Industrial e Ingenieria Quimica Investigacion 35 (1996) : 2075-90 , http://cheed.nus.edu.sg/ ~ chezxs/Zhao/publication/1996_2075.pdf .
145 . NTSC / NSET informe de la Iniciativa Nacional de Nanotecnologia : La iniciativa y su aplicacion. Planificar, julio de 2000, http://www.nano.gov/html/res/nni2.pdf .
146 . Wei -xian Zhang, Wang Chuan- Bao , y Lien Hsing -Pulmon , " El tratamiento de organicos clorados Los contaminantes de particulas bimetalicas nanoescala ", Catalysis Today 40 (14 de mayo , 1988) : 387-95 .
147 . RQ Long y RT Yang, " Los nanotubos de carbono como Absorbentes Superior para la eliminacion de dioxinas , " Journal of the American Chemical Society 123.9 (2001) : 2058-59 .
148 . Robert A. Freitas Jr., "La muerte es una barbaridad ! " presentado en la Quinta AlcorConference en Extreme Life Extension , Newport Beach , California , 16 de noviembre de 2002, http://www.rfreitas.com/Nano/DeathIsAnOutrage.htm .
149 . Por ejemplo , la quinta conferencia anual BIOMEMS , junio de 2003 , San Jose, http://www.knowledgepress.com/events/11201717.htm .
150 . Los dos primeros volumenes de una serie de cuatro volumenes previstos : Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . I, de Capacidades Basicas (Georgetown , Tex : Landes Bioscience, 1999) ; Nanomedicina , vol . IIA, biocompatibilidad (Georgetown , Tex : Landes Bioscience, 2003) ; http://www.nanomedicine.com .
151 . Robert A. Freitas Jr. , " Diseno exploratorio en nanotecnologia medica: A Artificial Mecanica Red Cell ", las celulas artificiales, sustitutos de la sangre , y la biotecnologia Inmovilizacion 26 (1998) : 411 - 30 , http://www.foresight.org.Nanomedicine/Respirocytes.html .
152 . Robert A. Freitas Jr., " Microbivores : Los fagocitos mecanicos artificiales utilizando Digest y Protocolo de Descarga " Zyvex pre-impresion , marzo de 2001 , http://www.rfreitas.com/Nano/Microbivores.htm ; Robert A. Freitas Jr. , " Microbivores : Los fagocitos mecanicos artificiales , " Foresight Actualizar no. 44 , marzo 31 , 2001 , pp 11-13, http://www.imm.org/Reports/Rep025.html , vease tambien microbivoro imagenes en la Galeria de Arte Nanomedicina , http://www.foresight.org/Nanomedicine/Gallery/ Especie / Microbivores.html .
153 . Robert A. Freitas Jr. , Nanomedicina , vol . I , las capacidades basicas , la seccion 9.4.2.5 " nanomecanismos de Natacion " (Georgetown , Tex : Landes Bioscience, 1999) , pp 309-12 , http://www.nanomedicine.com/NMI/9.4.2.5.htm .
154 . George Whitesides , " Nanoinspiration : The Once and Future nanomaquina , " Scientific American 285,3 (septiembre 16,2001) : 78-83 .
155 . " De acuerdo con aproximacion de Einstein para el movimiento browniano , despues de 1 segundo ha transcurrido a temperatura ambiente una molecula de agua fluidico ha , en promedio , difusa una distancia de ~ 50 micrometros (~ 400.000 diametros moleculares) , mientras que un L - rnicron nanorrobot inmerso en ese mismo fluido ha desplazado por solo ~ 0.7 micras (solo ~ 0.7 diametro del dispositivo) durante el mismo periodo de tiempo . Asi, el movimiento browniano es a lo sumo una fuente menor de error de navegacion de nanorobots medicos moviles , "Ver K. Eric Drexler et al. , " Muchos futuro nanomaquinas : una refutacion a la afirmacion Whitesides ' Eso ensambladores moleculares mecanicos no son realizables y no una preocupacion ", un debate sobre Ensambladores , Instituto de Fabricacion Molecular, 2001 , http://www.imm.org/SciAmDebate2/whitesides.html .
156 . Tejal A. Desai , "Tecnologias MEMS basados en la encapsulacion celular ," American Journal of Drug Delivery 1.1 (2003) : 3-11, un resumen en http://www.ingentaconnect.com/search/expand?pub=infobike : / / adis/add/2003/00000001/00000001 / art00001 .
157 . Citado por Douglas Hofstadter en Godel , Escher , Bach : un Eterno Trenza de Oro (Nueva York: Basic Books , 1979) .
158 . El autor dirige una empresa , FatKat (transacciones financieras de Aceleracion Adaptativo Kurzweil Technologies) , que se aplica el reconocimiento computarizado modelo a los datos financieros para tomar decisiones de inversion del mercado de valores , http://www.FatKat.com .
159 . Vease la discusion en el capitulo 2 sobre las mejoras de precios de rendimiento

en la memoria del ordenador y la electronica en general.
160 . Fugitivo AI se refiere a una situacion en la que , como Max More describe , " maquinas superinteligentes , enjaezados inicialmente para el beneficio humano , pronto nos dejan atras. " Max More, "Embrace , No renuncian, de futuro" http://www.KurzweilAI.net/articles/art0106.html?printable=1 . Ver tambien la descripcion de Damien Broderick del "Seed AI" : . " Una semilla auto- mejora la IA podia correr glacial lentamente sobre un sustrato maquina limitada El punto es , siempre y cuando tenga la capacidad de mejorarse a si misma , en algun momento se hara asi convulsivamente , estalla a traves de los cuellos de botella de arquitectura para disenar su propio hardware mejorado, tal vez incluso construirlo (si esta permitido el control de las herramientas en una fabricacion planta) . " Damien Broderick, " Rasgando Hacia el Spike, "presentado en " Australia en la encrucijada ? Escenarios y Estrategias para el Futuro "(31 - Mayo Abril 2,2000) , publicado en mayo de KurzweilAI.net 7 , 2001 , http://www.KurzweilAI.net/meme/frame.html?main=/articles/art0173.html .
161 . David Talbot, "El Senor de los Robots , " Technology Review (abril de 2002) .
162 . Heather Havenstein escribe que las "nociones inflados generados por los escritores de ciencia ficcion sobre la convergencia de los seres humanos y las maquinas empanado la imagen de la IA en la decada de 1980 debido a AI fue percibido como no a la altura de su potencial. " Heather Havenstein , "La primavera llega a AI Winter : Mil Aplicaciones Bloom en Medicina , Atencion al Cliente , Educacion y Produccion ", Computerworld , 14 de febrero de 2005, http://www.computerworld.com/softwaretopics/software/story/0 , 10801,99691,00 . HTML . Esta imagen empanada llevo a "AI Winter ", definido como " un termino acunado por Richard Gabriel para el (circa ? . 1990-94) choque de la ola de entusiasmo por el idioma AI Lisp y la propia AI , a raiz de un auge en la decada de 1980 " Duane Rettig escribio : " ... empresas montaron la gran ola AI en el principios de los 80 , cuando las grandes corporaciones vertieron miles de millones de dolares en el bombo AI que prometia maquinas pensantes en 10 anos. Cuando las promesas resultaron ser mas dificil de lo que originalmente se pensaba , la ola se estrello AI , Lisp y se estrello con el debido a su asociacion con la IA . Nos referimos a ella como la AI Winter . " Duane Rettig citado en " AI Winter, " http://c2.com/cgi/wiki?AiWinter .
163 . El Solucionador general de problemas (GPS), programa informatico , escrito en 1957 , fue capaz de resolver los problemas a traves de normas que permitieron el GPS para dividir las metas de un problema en sub-objetivos y , a continuacion, comprobar si la obtencion de un sub-objetivo en particular podria llevar el GPS cerca de resolver el conjunto gol. A principios de los 1960 Thomas Evan escribio analogia, un "programa [que] resuelve problemas geometricos - analogia de la forma A : B :: C : . Tomado de los tests de inteligencia y examenes de ingreso a la universidad " Boicho Kokinov y Robert M. French , "Modelos computacionales de la analogia de decisiones ", en L. Nadel , ed. , Enciclopedia de la Ciencia Cognitiva , vol . 1 (Londres : Nature Publishing Group, 2003) , pp 113-18 . Ver tambien A. Newell , JC Shaw y HA Simon , "Informe sobre el Programa de Resolucion de Problemas General, " Actas de la Conferencia Internacional sobre Procesamiento de Informacion (Paris : UNESCO House, 1959) , pp 256-64 , Thomas Evans, " un programa heuristico para resolver problemas geometricos - Analogia ", en M. Minsky , ed , Tratamiento de la informacion semantica (Cambridge , Mass.: MIT Press, 1968) . .
164 . Sir Arthur Conan Doyle, " La liga de los pelirrojos ", 1890 , disponible en http://www.eastoftheweb.com/short-stories/UBooks/RedHead.shtml .
165 . V. Yu et al, "Seleccion de los antimicrobianos mediante un ordenador : . Una evaluacion ciega por enfermedades infecciosas
Expertos, " JAMA 242.12 (1979) : 1279-1282 .
166 . Gary H. Anthes , " Informatizacion de sentido comun ", Computerworld , 8 de abril de 2002, http://www.computerworld.com/news/2002/story/0 , 11280,69881,00 . HTML .
167 . Kristen Philipkoski : "Ahora aqui es una idea realmente grande , " Wired News , 25 de noviembre de 2002, http://www.wired.com/news/technology/0 , 1282,56374,00 . Html, informar sobre Darryl Macer , " el proximo desafio es el mapeo de la mente humana , "Nature 420 (14 de noviembre , 2002): 121 , vease tambien la descripcion del proyecto en http://www.biol.tsukuba.ac.jp/ ~ Macer / index.html .
168 . Thomas Bayes , " Un ensayo en la solucion de un problema en la Doctrina de

posibilidades ", publicado en 1763 , dos anos despues de su muerte en 1761 .
169 . SpamBayes filtro de correo no deseado, http://spambayes.sourceforge.net .
170 . Lawrence R. Rabiner ", un tutorial sobre Modelos Ocultos de Markov y aplicaciones seleccionadas en el reconocimiento de voz , " Proceedings of the IEEE 77 (1989) : 257-86 . Para un tratamiento matematico de los modelos de Markov , ver http://jedlik.phy.bme.hu/ ~ gerjanos/HMM/node2.html .
171 . Kurzweil Applied Inteligencia (KAI), fundada por el autor en 1982 , fue vendida en 1997 por $ 100 millones y ahora es parte de ScanSoft (anteriormente llamados Kurzweil Computer Products , primera compania del autor , que se vendio a Xerox en 1980) , ahora empresa publica. KAI introdujo el primer sistema de reconocimiento de voz de gran vocabulario comercializado en 1987 (Informe de voz Kurzweil , con un vocabulario de diez mil palabras) .
172 . Aqui es el esquema basico de un algoritmo de red neuronal . Muchas variaciones son posibles , y el disenador del sistema tiene que proporcionar ciertos parametros y metodos criticos , que se detallan a continuacion.
Creacion de una solucion de red neuronal de un problema implica los siguientes pasos:
• Definir la entrada.
• Definicion de la topologia de la red neuronal (es decir , las capas de neuronas y las conexiones entre las neuronas) .
• Capacitar a la red neuronal en ejemplos del problema.
• Ejecutar la red neuronal entrenada para resolver nuevos ejemplos del problema.
• Lleve a su publico en la red neuronal empresa.
Estos pasos (excepto la ultima) se detallan a continuacion :

i
ii
iii
iv
v
vi
vii
viii
ix