

# LA RED Y LA LUNA

CHRISTEL PENELLA  
DE SILVA





TheNet  
& Moon  
Press

*La Red y la Luna*, 2014

© Christel Penella de Silva, 2014

© The Net and Moon Press, 2014

FOTOGRAFÍA DE PORTADA

Horst von Harbour para *Die Frau im Mond*,  
de Fritz Lang (UFA, 1929)

© Deutsche Kinemathek

*www.thenetandmoon.com*  
*info@thenetandmoon.com*

ISBN: 978-84-942834-0-6

Depósito Legal: M-31315-2014

Impreso en *Nave Espacial Tierra*

Gracias por citar, comunicar o promocionar esta obra,  
por cualquier medio. Si lo que deseas es reproducir  
esta obra, total o parcialmente, por cualquier medio,  
por favor, contacta con la editora.

## *Índice*

Intro ↗ 9

### **1**

Mentes bomba ↗ 13

El método definitivo ↗ 23

Un condensador de fluzo ↗ 35

Dr. Strangelove o cómo vender el alma ↗ 45

El famoso pequeño paso ↗ 55

He tenido un sueño ↗ 63

La ciencia de las metáforas a ser defendidas ↗ 75

Login ↗ 84

La luna de la mente ↗ 93

Luz de luna ↗ 100

Hacia la abstracción ↗ 106

El dios prostético ↗ 113

Después del paso ↗ 123

La mejor de las noticias desde la psicodelia ↗ 131

La utopía del código abierto ↗ 140

Wikimentes ↗ 151

### **2**

Songe li tange la manga ↗ 161

### **3**

El bit cósmico ↗ 315

*Apéndice* ↗ 345



## *La ciencia de las metáforas a ser defendidas*

Se trata de una nueva forma de pensar,  
de una ecología de la mente.

Comprender la idea de proceso fue fundamental para acelerar el pensamiento y la tecnología en el siglo XX. Todavía hoy nos resulta extraterrestre la idea de que ‘no existen objetos o cosas, solo acciones’ o, en nuestra sintaxis, sólo verbos, cuyas acciones son lo suficientemente estacionarias como para comportarse como sustantivos y *parecer* cosas.<sup>1</sup> La mecánica cuántica fue descubierta hace casi un siglo pero sigue provocando, principalmente, escepticismo y perplejidad. Todavía se utilizan conceptos clásicos para describir la realidad, como cuando se habla del ‘estado’ de una partícula, como si realmente tuviera una existencia independiente.<sup>2</sup> La materia actúa sin actores; las acciones se retroalimentan y no hay dualidad entre la existencia de una cosa y sus propiedades, es decir, que sólo hay propiedades, cosas, no.

La cibernética es el paradigma rey a propósito del proceso, y su impacto en la ciencia ha sido profundo y fundamental. Según Gregory Bateson, «el concepto de cibernética es la abstracción más importante desde la invención de Jesucristo».<sup>3</sup> Casi nada. Fue el matemático Norbert Wiener, autor del libro que John Cage le pasó a John Brockman en una de sus cenas de champiñones, *Cibernética, control y comunicación entre máquina y animal* (1948), quien puso en circulación la palabra y la idea. La palabra deriva

del griego *kybernetes*, cuyo significado es timonel, y de *kybernetikos*, cuyo significado es ‘el arte de guiar una nave’; como el concepto trata de sistemas que mantienen el rumbo óptimo a través de condiciones cambiantes, resultó ser un término muy adecuado. De nuevo emergió en el contexto militar, al hacerse necesario un modelo conceptual para los sistemas de comunicación y control autorreguladores en las máquinas. Ya sabemos que la ENIAC aplicaba el pensamiento cibernético para calcular las trayectorias de los proyectiles, y lo mismo hacía el sistema SAGE para el seguimiento y control aéreo de misiles.

El pensamiento cibernético también se hizo imprescindible en la teoría de sistemas. Los sistemas son procesos entre agentes o elementos que interactúan entre sí a partir de ciertos códigos compartidos; la viabilidad y efectividad de un sistema se mide por su capacidad para asimilar cualquier cambio producido o cualquier elemento externo añadido dentro de su circuito de comunicación e interacción. El sistema es algo mayor que la suma de las partes, un todo indisociable que emerge de las interacciones.<sup>4</sup> Es decir, hay dos ideas clave: la primera es que los procesos *son* el sistema; y la segunda es que, por el sistema, fluye información para comunicar los procesos entre sí. La cibernética inauguró una nueva disciplina de conocimiento que buscaba idear mecanismos capaces de controlar procesos complejos, concibiendo los mismos como sistemas informacionales.<sup>5</sup> Norbert Wiener definía la cibernética, sencillamente, como ‘ciencia de la información’ y Gordon Pask, más poético, como la ‘ciencia de las metáforas a ser defendidas’.<sup>6</sup>

No sólo para Gregory Bateson, para muchos otros científicos y pensadores, la cibernética ha supuesto una revolución, en el sentido de ruptura epistemológica; ha creado ‘una nueva forma de pensar, una ecología de la mente,’<sup>7</sup> una ‘disciplina total’,<sup>8</sup> generadora de un conocimiento caleidoscópico y de una visión holística y global. Más formas de describirla: ciencia de la organización, teoría interdisciplinar de los flujos de información o teoría de los sistemas complejos. Se hace posible aplicarla a sistemas vivos y no vivos: máquinas y naves espaciales, cerebros, fábricas, sociedades, rebaños y enjambres de insectos... Se hace posible aplicarla a todo tipo de disciplinas científicas, desde la biología a la física, la ingeniería, la sociología, la lingüística o la informática. Peor aún, ‘todo el universo, desde lo atómico hasta lo cosmológico, pasando por las escalas intermedias, es objeto de estudio potencial de la cibernética’.<sup>9</sup> Esto la convierte en el enfoque adecuado para

describir los mecanismos de equilibrio y dinámica propios de los sistemas, los cuales son capaces de ordenarse (y no desordenarse) compensar flujo, autorreproducirse o estabilizarse ante condiciones adversas y cambiantes.

Posteriormente, la cibernética se ocupó de la teoría de la complejidad, estudiando patrones de comportamiento caóticos, la morfogénesis, la gestión de la información, la entropía, el famoso ‘efecto mariposa’, los efectos disipativos, las transiciones de fase, los fractales, etc. Pero no debe entenderse con rigidez o finalidad sino como «un movimiento de ideas, un conjunto de hipótesis y aplicaciones coincidentes en el tiempo».<sup>10</sup>

Hay tres conceptos centrales en la cibernética: la autopoiesis, entendida como producción o creación del sistema por sí mismo; la retroalimentación o proceso por el cual se produce un bucle informativo, desde la señal de salida que se redirecciona y vuelve de nuevo a la entrada, en un efecto que actúa retrospectivamente sobre la causa, en una especie de equilibrio fluctuante; y la homeostasis o tendencia a mantener el equilibrio del sistema.

Pensemos ahora en un tipo de sistema que reúne estas tres características y que es a la vez resistente y frágil, obvio y misterioso: los seres vivos. Los científicos están de acuerdo en cuestiones fascinantes, como la edad del Universo desde el Big Bang, pero no es fácil encontrar una respuesta consensuada y oficial a la sencilla pregunta ‘¿qué es la vida?’<sup>11</sup> El número de definiciones sobre la vida es abrumador y confuso. La biología actual considera que la vida es «un concepto vago, prototípico, que refleja un *continuum* en la naturaleza»,<sup>12</sup> por lo que, cualquier intento de definición precisa, suele presentar puntos débiles y evidentes excepciones. Si se definen sus propiedades con amplitud, resulta que también pueden aplicarse a muchos sistemas inanimados; si se definen de forma específica, quedarán fuera muchos sistemas «que intuitivamente consideramos vivos».<sup>12</sup> El concepto de sistema es un buen comienzo, sin embargo. Si un sistema está compuesto por elementos que se relacionan entre sí, los sistemas vivos son producto de interacciones moleculares. Las moléculas, a su vez formadas por átomos, a su vez formados por partículas, componen células, las cuales se organizan en tejidos, éstos en órganos y el conjunto forma un organismo. Para conocer la función de cualquier parte de un organismo, debemos conocer el organismo completo, en su totalidad, porque éste es mucho más que la suma de sus partes.

Francis Crick, descubridor de la estructura molecular de los ácidos nucleicos y de su importancia en la transmisión de información en la materia viva, confesó una vez que, cuando tuvo que decidir su dedicación profesional, al terminar la II Guerra Mundial, había dos problemas considerados especialmente difíciles: «uno era la frontera entre lo vivo y lo no vivo, y el otro era cómo funciona el cerebro, incluyendo el asunto de la consciencia».<sup>14</sup> Inspirado por Linus Pauling, bioquímico que inauguró las disciplinas de la biología molecular y de la química cuántica, y por Erwin Schrödinger quien, en su libro *¿Qué es la vida?* (1944) especulaba sobre la manera que tendrían las moléculas de almacenar la información genética,<sup>15</sup> Crick se asoció con James Watson, también inspirado por Schrödinger, para descifrar la estructura en doble hélice de la molécula de ADN, repositorio de información codificada en los sistemas vivos. En 1953, publicaron su descubrimiento en *Nature*.<sup>16</sup>

Schrödinger se había preguntado cómo podían los hechos en el espaciotiempo que tienen lugar dentro de los límites de un organismo vivo, justificarse desde el punto de vista de la física y de la química, y lo que se imaginó fue algo tan sencillo como un código binario.<sup>17</sup> En 1949, el químico Frederick Sanger había conseguido secuenciar la primera proteína, la insulina, descubriendo por primera vez que las proteínas eran códigos lineales de aminoácidos.<sup>18</sup> Mientras tanto, Rosalind Franklin, británica doctorada en química física, completaba sus estudios en París sobre la aplicación de técnicas de difracción por rayos X. De vuelta al King's College de Cambridge, consiguió unas imágenes de alta calidad<sup>19</sup> de la molécula de ADN y su colega, Maurice Wilkins, otro de los físicos implicados en el Proyecto Manhattan, por cierto, se las mostró a Watson y a Crick, lo cual fue decisivo para ellos en su comprensión de que la estructura de doble hélice del ADN explica su capacidad autorreplicadora.

En definitiva, la teoría de la información y el descubrimiento de la información sobre nuestro código informativo nacieron a la par, gracias al trabajo de los físicos en la cuántica y de los matemáticos en la cibernética. Y de los militares en la muerte, dicho sea de paso.

La cadena de ADN está compuesta de azúcar, fosfato y cuatro bases de nucleótidos: adenina (A), tiamina (T), citosina (C) y guanina (G). El número y orden de las bases deletrean un código que, en cada molécula, impulsa la fabricación de una proteína específica. Los aminoácidos siempre están



pareados, por ejemplo, adenina con tiamina, guanina con citosina, y el código está hecho de repeticiones de estos cuatro aminoácidos en un largo filamento; justo al lado, hay otro filamento formado por sus respectivas parejas: una cadena GATACA llevará coordinada a su lado otra cadena CTATGT. El número y el orden de estas cuatro bases determinan si eres una mosca de la fruta, un plátano o un humano; pero si no se lee directamente el rubro, resulta imposible precisar si el ADN proviene de un hombre, un microbio o un champiñón.<sup>20</sup> Va en serio.

Las largas moléculas de ADN que contienen los genes están organizadas en piezas llamadas cromosomas. El número de cromosomas varía según la especie de que se trate. Las vacas tienen 30 pares; los pollos, 39; las moscas de la fruta, 4; los plátanos, 11. Los humanos tenemos habitualmente 46 cromosomas, dos conjuntos de 23 pares que denominamos genoma; el vigésimotercer cromosoma es distinto para el hombre (Y) y para la mujer (X). Entre humanos compartimos el 99,5% del ADN pero, para darnos cuenta de la cercanía genética entre mamíferos, compartimos un 98,5% con los chimpancés (ellos tienen 24 pares) y un 93% con los monos Rhesus (21 pares). Se estima que, en un ser humano, hay 3,2 millones de nucleótidos que forman 3 billones de pares de bases. También se estima que el cuerpo humano podría contener alrededor de 2 millones de proteínas, sintetizadas a partir de, aproximadamente, 23.000 genes.<sup>21</sup>

La mayoría de los genes son recetas para sintetizar proteínas específicas. Una receta es un método o procedimiento efectivo para llevar a cabo unas instrucciones específicas, es decir ¡es un algoritmo! Los genes le dan a las células instrucciones sobre cómo funcionar y qué características o rasgos expresar. Y se transmiten a la descendencia. Para entender los orígenes de la vida y la vida, es interesante separar el concepto de metabolismo del de replicación, los cuales funcionan por grupos distintos de moléculas. Las proteínas y otras moléculas llevan a cabo el proceso metabólico, mientras que la replicación funciona por el ADN y ARN. Son dos procesos que comenzaron por separado; según el científico Freeman Dyson, el metabolismo se desarrolló primero.<sup>22</sup>

El hardware de la vida son las proteínas, auténticos robots en miniatura programados por el código genético. Las sustancias corporales son como máquinas tridimensionales de proteínas de distinto tipo, cada una llevando a cabo una tarea concreta. El proceso de síntesis de proteínas fue un descubrimiento crucial. A partir del ADN se sintetiza ARN mensajero, en un proceso llamado 'transcripción'; y a partir del ARN mensajero se

sintetizan las proteínas, en otro proceso llamado 'traducción'.<sup>23</sup> McLuhan dijo una vez que 'una metáfora es una traducción, una traslación' de significados, así que la vida es, ni más ni menos, que una de esas metáforas a ser defendidas. Lo fascinante es que los procesos metafóricos no son muy fiables y una cantidad significativa de proteínas sintetizadas se degradan rápidamente porque su traducción es errónea.

Los ribosomas que forman el ARN son especiales, únicos y complejos; para Craig Venter, son «el corazón de toda la biología».<sup>24</sup> Si se interfiere en el proceso de síntesis de proteínas a partir de ARN, deja de haber vida. El ARN transferido lleva el aminoácido final a una cadena péptida saliendo del ribosoma y comienza la autoedición de proteínas. El número de proteínas posibles es ingente, del orden de  $2^{100}$ , ya que hay cien aminoácidos por proteína, lo que llevaría  $10^{10}$  años intentar probar todas las combinaciones. Pero las instrucciones de edición quedan transcritas en el código lineal de la proteína, determinadas por el ADN, limitándose el número de posibles plegados. Aun así, cada proteína hace muchas pruebas de edición y si no se imprime correctamente, ha de degradarse porque las erratas son tóxicas para la célula.<sup>25</sup> La vida es, pues, un proceso de renovación dinámica, de continua síntesis y autoedición, de copypaste, de flujo metafórico.

John von Neumann se propuso, después de la guerra, *comprender* la existencia de seres vivos a partir de las leyes de la física y cómo la biología gestionaba (y cómo la tecnología podría gestionar) la construcción de organismos fidedignos a partir de componentes no fidedignos. Como le fue imposible hacer el modelo matemático de un ser vivo, sabía que se necesitaba un nuevo marco teórico para «comprender los autómatas altamente complejos, en particular el sistema nervioso central. Puede ser, sin embargo, que en este proceso la lógica tenga que seudomorfoarse con la neurología, más que al contrario». <sup>26</sup> Haciendo una simplificación de las leyes de la física, aportó el nuevo campo de los autómatas celulares,<sup>27</sup> pero el matemático falleció en 1957, cuando la biología molecular aun estaba incipiente. Para asombro de todos, la vida también consiste en instrucciones codificadas digitalmente, traducidas entre secuencia y estructura (de nucleótidos a proteínas) tal y como la pensó el otro genio del siglo, Alan Turing. Los ribosomas y otra maquinaria celular se comportan como procesadores al leer, duplicar e interpretar las secuencias, tal y como hace la máquina universal de Turing, capaz de reescribir un conjunto de instrucciones, o sea, como un ordenador digital. Von Neumann concibió

a sus autómatas autorreplicadores como serie de células que describen una secuencia de acciones para ser llevadas a cabo por la máquina y, usando un cabezal de escritura, ésta puede imprimir un nuevo patrón de células, permitiendo que realicen una copia completa de sí mismas. La biología ofrece los mejores ejemplos de máquinas de Turing y de autómatas autorreplicadores. Mediante el código autorreplicador, la vida escribe su autobiografía puesto que contiene, copia y procesa, una descripción interna de sí misma.

La computación digital difiere del proceso biológico en el método de direccionamiento. En el computador, las instrucciones se dirigen a un lugar en la memoria; el proceso se traduce informalmente como 'HAZ ESTO con lo que encuentras AQUÍ y ve ALLÍ con el resultado'.<sup>28</sup> Tanto las instrucciones como las variables han de ser muy precisas y estar definidas con tal exactitud que el hecho de que los programas con millones de líneas de código funcionen, casi parece mágico, teniendo en cuenta que un sólo bit erróneo los paraliza. Sin embargo, el enfoque biológico es totalmente diferente: sólo hay una sopa molecular, y las sencillas instrucciones de 'HAZ ESTO con la siguiente copia de AQUELLO que aparezca'. Los resultados son mucho más robustos y aprovechan la habilidad cibernética para la emergencia de propiedades organizadas a partir de procesos azarosos, principal diferencia en el procesamiento de información entre organismos vivos y computación digital.<sup>29</sup>

Todo el mundo cita el Juego de la Vida, publicado en el número de octubre de 1970 de la revista *Scientific American*, en la columna de juegos matemáticos de Martin Gardner, como experimento que despierta un interés transversal, porque sirve de modelo a físicos, biólogos, neurólogos, hackers y expertos en inteligencia artificial.<sup>30</sup> El Juego de la Vida es un autómata celular inventado por, cómo no, un matemático, también llamado John y apellidado Conway. En el Juego no hay jugadores, sólo un estado inicial que determina su evolución sin necesidad de introducir más datos. En un tablero infinito, cuadrículado, cada cuadrado representa una célula. Las células tienen dos estados: están *vivas* o *muertas* (por ejemplo *encendidas* o *apagadas*) es decir, es un sistema binario. Cada célula tiene 8 células vecinas. El tiempo avanza en saltos discretos (como por turnos). El estado de todas las células se tiene en cuenta para calcular el estado en el que se encontrarán en el turno siguiente, y todas las células se actualizan simultáneamente. Según las reglas del juego, una célula *muerta* con exactamente 3 células vecinas *vivas*, *nace*, y en el siguiente turno estará viva, y una célula *viva* con

2 ó 3 células vecinas *vivas* sigue viva; en cualquier otro caso, muere o sigue *muerta* (por *soledad* o *súperpoblación*). Nótese que las transiciones dependen del número de células vecinas *vivas*.

El Juego de la Vida es interesante porque, a pesar de ser tan sencillo *físicamente*, su *química* puede ser lo suficientemente compleja como para permitir la replicación.<sup>31</sup> Conway demostró que incluso sería posible que emergiera inteligencia, porque los enormes conglomerados de cuadrados que se autorreplican son máquinas de Turing universales. Significa esto que todo lo que se puede computar algorítmicamente se puede computar en el juego. Una estimación basada en trabajos originales sobre autómatas celulares de John von Neumann, estimaba en 10 billones de cuadrados el tamaño medio para un patrón autorreplicante; precisamente el número aproximado de moléculas que hay en una célula humana.<sup>32</sup>

Se calcula que el *juego de la vida* en la Tierra empezó hace miles de millones de años, aunque exactamente *cómo* fue el Big Bang biológico, todavía no está consensuado. Fue la gran científica Lynn Margulis quien intuyó primero la importancia del mundo microbiano en la red de la vida, en general, y en la evolución, en particular. Para Margulis las bacterias son el origen de la complejidad que se ha desarrollado en todo el resto de organismos actuales, porque considera que las células eucariotas, con núcleo, emergieron de la simbiogénesis entre bacterias.<sup>33</sup> La simbiogénesis es una alianza de organismos diferentes que produce la emergencia de un nuevo organismo simbiótico, distinto de los anteriores. A Margulis le parecía el principal innovador evolutivo en todos los linajes de organismos no bacterianos. Al menos durante mil millones de años, las células bacterianas, sin núcleo y, por tanto, procariotas, fueron la única forma de vida en la Tierra. Margulis dice que las bacterias «parecen aburridas; sin embargo, son el origen de la reproducción, la fotosíntesis, el movimiento...».<sup>34</sup> Su teoría, basada en observaciones microbiológicas directas, formula la interdependencia y cooperación entre múltiples organismos procarióticos cuya fusión simbiótica evolucionó hacia la formación de células eucariotas, que son los ladrillos constituyentes de todas las formas de vida tamaño macro. Una prueba de esto es la zona celular llamada mitocondria, donde reside una parte especial del ADN, heredado exclusivamente por vía materna y de linaje distinto al que está presente en el núcleo. Esto hace que, dentro de cada célula, convivan, como mínimo, dos genealogías diferentes.

El modelo de evolución que propone Lynn Margulis es horizontal, emergente y cooperativo. Incluso llega más lejos, al postular que las relaciones simbióticas entre organismos, incluso pertenecientes a diferentes reinos, son el verdadero motor de la evolución.<sup>35</sup> Margulis fue quien propuso la categorización de los seres vivos en cinco reinos: bacterias, protozoos, animales, hongos y plantas. La variación genética ocurre principalmente mediante la transferencia de información nuclear entre bacterias, virus y células eucariotas. Es decir, para ella, el darwinismo es un enfoque incompleto porque interpreta la evolución en términos meramente competitivos; según su punto de vista, la cooperación y la simbiosis son mucho más importantes. De hecho, define la vida así:

*La vida es una unión simbiótica y cooperativa que permite triunfar a los que se asocian.*<sup>36</sup>

La ciencia de las metáforas a ser defendidas

Título. Descripción de la cibernética, según Gordon Pask. En *cyberneticians.com*  
Cita. Bateson, Gregory, *Steps to an ecology of mind. Collected essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology*, University of Chicago Press, 2000.

1. Piet Hut en *Unreported Stories*, Edge Annual Question 2000, *edge.org*
2. Ídem.
3. Citado por John Brockman en *What is the most important invention in the history of mankind?*, Edge Annual Question 1999, *edge.org*
4. Esta idea de que el todo, es decir, el sistema, es algo más que la suma de las partes, resulta transversal en el libro.
5. Sluckin, Wladyslaw, *La cibernética. Cerebros y máquinas*, Galatea y nueva Visión, 1956.
6. Descripción de la cibernética, según Gordon Pask. En *cyberneticians.com*
7. Bateson, Gregory, *Steps to an ecology of mind. Collected essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology*, University of Chicago Press, 2000.
8. Sádaba, Igor, *Cyborg. Sueños y pesadillas de las tecnologías*, Península, 2009.
9. Ídem.
10. Ídem.
11. 'Life. What a concept!', Craig Venter, Seth Lloyd, Freeman Dyson, Dimitar Sasselov, George Church, *edge.org*
12. Ídem.
13. Ídem.
14. Blackmore, Susan, *Conversaciones sobre la consciencia*, Paidós, 2010.
15. Schrödinger, Erwin, *¿Qué es la vida?*, Tusquets, 1983.
16. 'A structure for deoxyribose nucleic acid', Crick, Francis y Watson, James, *Nature*, nº 171, 1953.
17. Schrödinger, Erwin, *¿Qué es la vida?*, Tusquets, 1983.
18. Hasta que Fred Sanger no descubrió la secuencia completa de aminoácidos de dos polipéptidos de la insulina, se creía que las proteínas eran amorfas. Sanger estableció que tenían una composición química bien definida. En 1958, recibiría el Premio Nóbel de Química por este descubrimiento, crucial para el trabajo de Watson y Crick con la estructura del ADN.
19. Las imágenes por difracción por rayos X del ADN que capturó Rosalind Franklin mostraron la estructura en hélice del ADN, detalle formal que Watson y Crick necesitaban para completar su modelo de información y transmisión genética. La participación de la científica como pilar básico en la investigación fue tan poco reconocida posteriormente que la discriminación clama al cielo. Su colega Aaron Klug escribió un artículo en *Nature* (Nº219, 1968) titulado, sencillamente, 'Rosalind Franklin and the discovery of the structure of DNA'. Ver: Maddox, Brenda, *Rosalind Franklin: The Dark Lady of DNA*. Harper Collins, 2002.
20. 'Short course on synthetics genomics', George Church y Craig J. Venter, Edge Master Classes 2009.

21. En 23andme, Genetic testing for Ancestry, Test your DNA!
22. Freeman Dyson en 'Life. What a concept!', *edge.org*
23. 'What is life? A 21st Century perspective. On the 70th Anniversary of Schroedinger's Lecture at Trinity College', J.Craig Venter, *edge.org*, 12.7.2012
24. Ídem.
25. Ídem.
26. Neumann, John von, *The computer and the brain*, Yale University Press, 2000.
27. Neumann, John von, *Theory of self-reproducing automata*, University of Illinois Press, 1966.
28. Dyson, George, *Turing's cathedral: the origins of the digital universe*, Vintage, 2012.
29. Ídem.
30. Scientific American, octubre de 1970. Citado en *El gran diseño*, de Stephen Hawking (2010) y en *La guerra de los agujeros negros*, de Leonard Susskind (2009).
31. Hawking, Stephen y Mlodinow, Leonard, *El gran diseño*, Crítica, 2010.
32. Ídem.
33. Margulis, Lynn, *Symbiosis in cell evolution*, W.H.Freeman, 1981.
34. 'Lynn Margulis 1938-2011: Gaia is a tough bitch', *edge.org*, 23.11.2011
35. Ídem.
36. Ídem.

Login

Cita. 'Intergalactic Computer Network', memorandums de J.C.R. Licklider en BBN, la compañía dedicada al diseño acústico en la que trabajaba en 1962 y que luego jugaría un papel crucial en el diseño de la primera ARPANET.

1. Reunión de Ovejas Electrónicas, *Ciberactivismo sobre usos políticos y sociales de la red*, Virus, 2006.
2. 'Lynn Margulis 1938-2011: Gaia is a tough bitch', *edge.org*, 23.11.2011
3. Waldrop, Mitchell, *The dream machine: J.C.R. Licklider and the revolution that made computing personal*, Penguin, 2002. 'Man-Computer symbiosis', J.C.R. Licklider, Transactions in human factors in electronics, 1960. *zeitkunst.org*. Sabía que un individuo se sentaría delante de una pantalla, accedería a una red de información y usaría programas para manipularla.
4. Waldrop, Mitchell, *The dream machine: J.C.R. Licklider and the revolution that made computing personal*, Penguin, 2002.
5. Cheal, David J., *The gift economy*, Routledge, 1988.
6. Barbrook, Richard, *Imaginary futures. From thinking machines to the global village*, Pluto Press, 2007.
7. El Sketchpad, un programa de ordenador, fue desarrollado por Ivan Sutherland en el MIT, en 1963, para su tesis de Doctorado. Su importancia reside en ser un



*info@thenetandmoon.com*  
*www.thenetandmoon.com*