

# El origen del movimiento cibernético: las conferencias Macy y los primeros modelos mentales

*Mònica Thomas\**  
*Manuel de Gracia*  
Universitat de Girona

## Resumen

---

La Segunda Guerra Mundial transformó la tecnología con la creación de nuevas máquinas, nuevas formas de organización y nuevas ideas. El proyecto teórico que representó la Cibernética marcó un giro definitivo en la ciencia de la segunda mitad del siglo XX. Los trabajos de la Cibernética sobre las relaciones hombre-máquina harán necesario el estudio de los procesos mentales implicados en la toma de decisiones, a la vez que relanzará los estudios sobre psicofísica y percepción humana. La participación de Skinner en proyectos militares durante la segunda guerra mundial pondrá de manifiesto las limitaciones del conductismo y la necesidad recurrir a nuevas vías en el estudio de la conducta humana. En este trabajo se analiza el papel que las nuevas necesidades tecnológicas y cómo los programas de investigación militar y civil, contribuirán al surgimiento de la primera Cibernética.

*Palabras clave:* cibernética, conductismo, psicología cognitiva.

## Abstract

---

The World War II modified technology with the creation of new machines, new forms of organization and new ideas. The theoretical project introduced by cybernetics determined a definitively shift in the science of the second half of the twentieth century. The work of Cybernetics on the man-machine relations will require the study of mental processes involved in decision-making. Thus, Cybernetics will relaunch studies on psychophysics and human perception. Skinner's involvement in military projects during the Second World War will demonstrate the limitations of behaviorism and the need to appeal to new ways in the study of human behavior. This paper examines the role of the new needs referred to technologies and how military and civilian research programmes, will contribute to the emergence of the first cybernetics movement.

*Keywords:* cybernetics, behaviorism, cognitive psychology.

\* Correspondencia: Departamento de Psicología. Área de Psicología Básica. Universitat de Girona. C/ Creu, 2. 17071 Girona. Tfn:+34 972 418008. E-mail: <monica.thomas@udg.edu>.

## INTRODUCCIÓN

La segunda guerra mundial transformó la tecnología con la creación de nuevas máquinas, nuevas formas de organización y nuevas ideas. La industria, el gobierno y la investigación universitaria que surge a partir de 1945 en Estados Unidos es un sistema nacional de innovación bien organizado centrado en la defensa nacional y en la investigación aplicada. Vannevar Bush (1890-1974), lideró esta transformación. Para unificar la investigación civil y orientarla hacia las nuevas necesidades de la guerra, Roosevelt creó en junio de 1940 el *National Defense Research Committee* (NDRC), cuya dirección se confió a Vannevar Bush, antiguo director del Departamento de Ingeniería Eléctrica del MIT, y que ya había sido asesor del gobierno durante la primera guerra mundial. Entre los muchos trabajos de Bush, destacar el diseño en los años 30 de una calculadora analógica –denominada analizador diferencial– y la descripción con gran precisión el hipertexto y del dispositivo Memex, antecesor teórico de la WWW (Owens, 1986). Las investigaciones realizadas bajo los auspicios del NDRC se centraron en el desarrollo de la bomba atómica, el radar, la investigación operativa (desarrollo de modelos matemáticos y estadísticos para analizar y simular la toma de decisiones), y toda una serie de tecnologías subsidiarias que definirán el mundo actual (Kevles, 1971; Mindell, 2002).

A partir de 1946, Bush se da cuenta que la guerra a jugado de alguna manera un papel catalizador creando un nuevo tipo de interdisciplinariedad. Se refiere a ello de este modo en uno de los libros sobre la historia de la OSDR «*una cooperación efectiva y profesional entre científicos, ingenieros, industriales y militares, como no se había visto nunca hasta entonces, y que demostraba el espíritu de América en acción en su mayor y mejor nivel*» (Bush, 1945). En otro de sus libros «*Scientists face the world of 1942*», Bush dedicó todo un capítulo titulado «*The case of biological Engineering*», como ejemplo de esa interdisciplinariedad (Bush, 1942).

El control de tiro es particularmente interesante para la ingeniería de sistemas de control, porque será la base de toda una nueva ingeniería que transforma las relaciones hombre-máquina y en la que, por primera vez, trabajaran juntos ingenieros y psicólogos. Por este motivo también, resulta interesante para la historia de la psicología. Por un lado limitará las explicaciones conductistas del comportamiento humano a un ámbito más reducido que el postulado por Skinner. Por otro, los trabajos de la Cibernética sobre las relaciones hombre-máquina harán necesario el estudio de los procesos mentales implicados en la toma de decisiones, a la vez que relanzará los estudios sobre psicofísica y percepción humana.

## EL ORIGEN DE LA INGENIERÍA DE CONDUCTA

Entre los científicos que participaron en las investigaciones sobre control de tiro y balística, se encontraba B.F. Skinner. En 1940, durante un viaje en tren de Minnesota a Chicago, tuvo la idea de desarrollar lo que llamó «bomb the bombers». Capshew en un artículo sobre los trabajos de Skinner de esta época, cita un extracto de su autobiografía en el que describe que durante ese viaje en tren, observó el vuelo de una bandada de aves, su perfecta coordinación al levantar el vuelo y maniobrar, y cómo de repente se imaginó que podría ser un dispositivo extraordinario

para guiar una bomba (Caphshew, 1993). No obstante, el primer estudio de viabilidad de la idea tuvo que esperar hasta la primavera de 1941, cuando Skinner desarrolla el primer prototipo con palomas que aprendieron a picotear un disco cuando veían una diana a través de un objetivo. El picoteo de las palomas activaba unos motores eléctricos que dirigían el movimiento del prototipo. Skinner mostró su instalación al físico de la Universidad de Minnesota J.T. Tate, que quedó gratamente impresionado por el experimento de Skinner y le recomendó a R.C. Tolman, encargado de la división A (armas y artillería) de la NDRC. Tolman se mostró pesimista acerca de la viabilidad de la idea y le respondió negativamente. No obstante Skinner decidirá mejorar sus experimentos. Después de Pearl Harbor, Skinner intenta presentar de nuevo el prototipo a los funcionarios de la NDRC. Con esta finalidad, rueda un documental corto para demostrar la eficacia de las bombas guiadas por palomas que tampoco convence a Tolman. La reorganización y ampliación de las secciones de la NDRC en marzo de 1942, ofrecerá una nueva oportunidad a Skinner. Los trabajos desarrollados en división 5 (guiado balístico) posibilitan que el proyecto de Skinner encaje en sus programas. Presentará el proyecto «*Description of a Plan for Directing a Bomb at a Target*» al NDRC a finales de 1941. Sin embargo, vuelven a rechazar su propuesta, aunque esta vez Tolman solicita que se le informe de los trabajos que se vayan realizando. En verano de 1942 Skinner encuentra apoyo financiero en la empresa harinera General Mills Inc., que le concede una ayuda de 5000 dólares y un laboratorio secreto en el último piso de las instalaciones de la fábrica en Minneapolis para llevar a cabo sus trabajos. La General Mills se sumó al esfuerzo de guerra creando una división de ingeniería mecánica dirigida por A. D. Hyde, al que Skinner presentó su proyecto. Una vez aprobado, solicita un año de excedencia en la U. de Minnesota y se traslada junto a sus colaboradores Keller Breland y Norman Guttman a Minneapolis.

Esta vez un segundo documental más detallado, donde se concretaban las mejoras introducidas en el proyecto (bautizado como *Bird's-eye Bomb*) fue mejor acogido por la NDRC, que decidió financiar la continuidad del proyecto con 25000 dólares. Los trabajos de desarrollo de nuevos prototipos se prolongaron durante varios meses y no llegaron a ser nunca operativos. La falta de resultados hace que la NDRC solicite a Skinner los datos y prototipos desarrollados que son analizados por un especialista en servomecanismos del MIT. También deberá presentar el informe a la división 5 ubicada en el MIT, donde se verá obligado a utilizar términos tan poco conductistas como 'retroalimentación', 'control' y 'comunicación'. El problema que se le planteó, reconocerá Skinner, fue la falta de información sobre la señal que debe dirigir las bombas y la comparación entre la conducta biológica con la conducta mecánica. Después de varias deliberaciones e informes negativos, el proyecto se suspendió definitivamente. Los informes secretos sobre los trabajos fueron desclasificados en 1958. Dos años más tarde Skinner publicará un resumen de esas investigaciones en el artículo «*Pigeons in Pelican*» (1960), que toma el nombre de un prototipo de bomba guiada denominada *Pelican* que la Marina estaba desarrollando durante la guerra. Curiosamente, en 1948 la marina americana creó el *Project Orcon* (de *organic control*) con objetivos muy parecidos a los que propuso Skinner en su momento. El limitado éxito del programa y las rápidas mejoras técnicas en los sistemas de guía y control condujeron a su cancelación en 1953 (Caphshew, 1993; Mindell, 1995).

## LOS OPERADORES Y LAS INTERFACES HOMBRE-MÁQUINA

Harold Hazen, director del Departamento de Ingeniería Eléctrica del MIT, que se había formado con Bush, y era autor de dos de los trabajos más importantes sobre teoría de servomotores, fue nombrado jefe de la División 7. Hazen se dio cuenta que parte de la solución a los problemas de tiro antiaéreo pasaba por el operador del sistema y las interfaces hombre-máquina. Hazen sugirió estudiar el operador humano «*como una componente integrado de un sistema de control automático*» desde el desarrollo y proceso de diseño del sistema (Bennet, 1993). Los primeros trabajos realizados bajo la dirección de Hazen sentaron las bases de lo que más tarde se denominaría '*factores humanos en la automatización*'. En esos primeros trabajos se formalizaron desde la investigación técnica de la ingeniería y la psicológica las bases de lo que debía ser un ajuste óptimo de las capacidades del operador humano a las características de la máquina.

En 1940, a petición de la U.S. Air Force, S.S. Stevens y L.L. Beranek habían creado conjuntamente en la Universidad de Harvard dos laboratorios para estudiar los efectos del ruido intenso en los aviones militares y las posibilidades de reducirlo. S.S. Stevens fue el director del laboratorio de Psicoacústica y Beranek del laboratorio de Electroacústica. Stevens junto a J. C. Licklider, Karl D. Kryter y un joven G. A. Miller estudiaba cómo afectaban las condiciones extremas de combate al intercambio de información entre operadores humanos. Parte de los resultados de esos importantes estudios fueron publicados por Miller en 1946 en el artículo *Transmission and Reception of Sounds under Combat Conditions* (Rosenzweig y Stone, 1948, Licklider, 1960).

Estos estudios sobre rendimiento humano dieron un nuevo sentido al concepto de estabilidad de un sistema de control. Los estudios psicológicos intentaban buscar la manera de determinar si una persona se convertía en 'emocionalmente inestable' bajo el fuego enemigo, contribuyendo a desestabilizar el sistema o introduciendo una fuente de ruido en el mismo. El componente humano se convierte así en el factor crítico para el control de las máquinas analógicas de control de tiro (Mindell, 1995; Mindell 2002).

## LA INGENIERÍA CIBERNÉTICA

En la NDRC, Warren Weaver (1894-1978) dirigirá la sección D2, 'control de tiro' creada el 12 de septiembre de 1940. Entre los asesores se encuentran Norman Wiener (1894-1964) y Claude. E. Shannon (1916-2001), al que Weaver pidió su colaboración por el interés en sus trabajos sobre el analizador diferencial que estaba desarrollando en el *Institute for Advanced Studies* de Princeton. A principios de 1941, se inician dos grandes proyectos contratados a la NDRC, la construcción del 'Anti-Aircraft Predictor' por Wiener (1894-1964) y Julian Bigelow (1913-2003) y del sistema de orientación de tiro por radar M9, desarrollado en los Laboratorios Bell por C.E. Shannon, H.W. Bode y R.B. Blackman. Estos proyectos, que necesitaban la utilización de calculadoras eléctricas analógicas, fueron considerados en los informes finales publicados en 1946 como «los dos trabajos más importantes de la división» (Stewart, 1948).

Una de las características interesantes del problema de tiro antiaéreo, era que el sistema de control de disparo al completo incluía varias fases operadas por humanos –el artillero y el piloto del avión objetivo–. Esto implicaba que estos matemáticos, –especializados en funciones de predicción, sistemas de control y servomecanismos– tuvieran que centrar su atención sobre el estudio del comportamiento del control voluntario en operadores humanos. Llegaron a la conclusión que la retroalimentación de los errores jugaban aquí un papel tan importante, como en los mecanismos hechos por el hombre (Boyce, 1948; Galison, 1994).

Desde el punto de vista matemático, el control de tiro plantea dos problemas, el de estimación y el de extrapolación. Cuando en un circuito de retroalimentación existe una meta que cumplir, como alcanzar y mantener un valor estable, la conducta del mismo puede controlarse comparando la cantidad variable con la meta, lo que permite regular la acción del proceso para acercarse a la meta en el paso posterior: se hablará en este caso de servomecanismos. El modelo fundamental de la Cibernética será el circuito de retroalimentación, un proceso dinámico en el que una cantidad variable depende parcialmente del valor que tenía en el momento anterior.

Wiener observó que el modelo del bucle de realimentación era aplicable a muchos otros fenómenos, pero en particular era útil como modelo del sistema nervioso para explicar la motricidad de los animales. El piloto de un avión, dirá Bigelow, se comporta como un servomecanismo, introduciendo la analogía entre comportamiento mecánico y comportamiento animal, que acabará vinculada a la idea de finalidad desarrollada por Wiener, que sugiere incluso que el aparato que ha construido constituye probablemente una de las aproximaciones mejor conseguidas del comportamiento fisiológico (Wiener, 1948; Galison, 1994).

Con la ayuda del cardiólogo mexicano Arturo Rosenblueth (1900-1970) la aproximación se hace con fenómenos equivalentes en biología, como la ataxia. Estos trabajos en colaboración se desarrollarán paralelamente a la investigación militar gracias al apoyo de la Fundación Macy.

La fundación filantrópica Josiah Macy, Jr., organizó una serie de conferencias bajo la iniciativa del neurólogo W. McCulloch, que reunieron con cierta periodicidad entre los años 1942 y 1953 a un grupo interdisciplinar de investigadores en el campo de la matemática, la lógica, la antropología, la psicología y la economía que tenían por objetivo crear los cimientos de una ciencia general del funcionamiento de la mente humana, que sería el origen del movimiento cibernético y, más tarde, de las denominadas ciencias cognitivas.

En Mayo de 1942, La Fundación Macy organizó una conferencia sobre «Inhibiciones Cerebrales». En aquel encuentro, Rosenblueth dio una charla sobre ideas relacionadas con «*Comportamiento, Propósito y Telelología*». Además de Rosenblueth, los asistentes en aquella ocasión fueron: Gregory Bateson, Lawrence Kubie, Warren McCulloch, Margaret Mead y el director médico de la fundación, Frank Fermont-Smith. El interés de todos ellos por el enfoque de la reunión hizo que se solicitase la continuidad con nuevas conferencias. El matemático y neurólogo McCulloch (1899-1969) quedó como responsable del nuevo grupo, cuyo núcleo lo formarían él y Fremont-Smith. En marzo de 1946, después de la guerra, se inicia el primer ciclo de conferencias con la titulada *Feedback Mechanisms and Circular Causal Systems in Biological and Social Systems, al que asisten, además de los participantes en la conferencia de 1942, los ingenieros W. Wiener y John von Neumann, y los neurólogos Walter Pitts, Lorente de No y el propio W. McCulloch.*



La comunicación presentada por Rosenblueth en la conferencia inaugural de 1942, será la base del artículo '*Behavior, Purpose and Teleology*' publicado junto a Wiener y Bigelow en 1943, que se considera el artículo fundacional de la Cibernética (Heims, 1991).

En él, intentan una clasificación de los diferentes comportamientos y definen los servomecanismos como máquinas con un comportamiento intencional intrínseco. También definen la noción de retoalimentación o retroacción y distinguen entre el uso amplio que hace la ingeniería, donde parte de la acción producida forma parte de la acción siguiente, del sentido más preciso en que definen como un comportamiento reglado por el margen de error. Gracias a la retroacción, un dispositivo electromecánico es capaz de cambiar la relación que se establece entre el *input* y el *output*; entre el estímulo y la respuesta. Para un observador exterior, el objeto aparentemente es capaz de una acción con una determinada finalidad que le permite ajustar su comportamiento a partir de sus propios errores (Heims, 1991).

A propósito de las analogías entre el aparato de DCA (Defense Control Aircraft) de Wiener y Bigelow y los conocimientos fisiológicos de Rosenblueth, hablan al principio del artículo de una «*analogía inmediata*» entre las reacciones observadas de la máquina y algunas reacciones fisiológicas y sugieren que «la principal función del cerebelo es la de regular los mecanismos de retroacción implicados en la actividad motriz intencional». Proponiendo una clasificación de los diferentes comportamientos a partir de las variaciones de energía que entran en juego.

El tema principal del artículo es una clasificación de los tipos de comportamiento con especial referencia al concepto del propósito. Definen «comportamiento» como «cualquier cambio de una entidad respecto a lo que la rodea», queriendo decir con ello, que cualquier modificación de un objeto, detectable externamente puede ser denotada como comportamiento. Por tanto «el enfoque del comportamiento» sobre cualquier objeto, es el examen de su «output» y la relación entre este «output» hacia el «input», y lo distinguen de lo que denominan «enfoque fundamental», en el cual se estudian las propiedades estructurales y la organización intrínseca del objeto, más que las relaciones entre el objeto y su entorno (Rosenblueth, Wiener y Bigelow, 1943).

Se insiste además en dicho artículo, en emplear un mismo dispositivo formal de *feedback* para un animal y para una máquina, mientras que la naturaleza material del primero son las proteínas para el segundo lo son los circuitos electrónicos. Para la primera Cibernética es posible un análisis conductual uniforme que sea aplicable a la vez a las máquinas y a los organismos vivos, de modo que la categoría de 'teleología' entendida como 'finalidad' que se encuentra regida por una retroacción negativa, puede aplicarse tanto a los animales como a las máquinas. Este modelo marcará una ruptura esencial con las concepciones de la ciencia moderna, ya que permitirá como nunca antes había sido posible una continuidad animal-máquina (Heims, 1991).

A pesar del lenguaje y de las aparentes similitudes con el Conductismo, la Cibernética no establecerá apenas ningún contacto, el análisis propuesto sólo se preocupa de las relaciones del objeto con su entorno y, al contrario que el análisis funcional de Skinner, obviará la estructura específica y la organización propia del objeto.

La nueva ciencia de la mente que la Cibernética anticipa se podría considerar en la terminología actual como 'eliminacionista'. Los estados mentales que la psicología popular invoca para dar cuenta de los comportamientos, como las creencias los deseos, la voluntad, las

intenciones, no forman parte de la explicación científica. La primera Cibernética de Wiener y de Rosebluth es claramente antimentalista. Heims (1991) atribuye a este último la insistencia en el carácter antimentalista, aunque justifica el recurso a términos mentales. Cuando se describe el comportamiento de los seres vivos, ya se trate de un ser humano, de un organismo inferior o incluso de una máquina, es muchas veces indispensable la utilización de una terminología 'mentalista' que parece suponer la existencia en todos ellos de una 'mente'. Esto no representa ningún problema si se toman dos precauciones básicas: que no se vea en ello más que una simple comodidad del lenguaje (el carácter didáctico de la metáfora), y que esta terminología no tiene ninguna relevancia para el estudio de la comunicación, objetivo principal del grupo cibernético. Por lo tanto, se puede decir metafóricamente que una máquina tiene 'memoria' o que 'aprende', mientras que no se pierda de vista que se hace referencia a algo objetivo, medible, que no tiene ninguna relación con nuestra experiencia interior (Leary, 1990).

Lo que hace la ingeniería cibernética no es dotar a la máquina de atributos humanos, sino que es el ser humano que, deliberadamente, es asimilado a una máquina. La importancia de este hecho es crucial, tanto para la psicología como para la fisiología. La distinción entre comportamiento voluntario y comportamiento reflejo, ampliamente discutida en la historia de la fisiología, perderá todo su sentido. La generalización de este hecho conduce a la asimilación del hombre a la máquina. Asimilación pero no reducción, ya que la máquina constituirá el modelo en los dos sentidos del término.

### *Referencias*

- Baxter, J. P. (1946). *Scientists against time*. Boston: Little, Brown. (Reeditado en MIT Press, 1968).
- Bennett, S. (1993). *History of Control Engineering (1930-1935)*. Stevenage (UK): Peter Peregrinus.
- Bjork, D. W. (1993). *B.F. Skinner, a life*. New York: Basic Books.
- Boyce, J. C. (1948). *New Weapons for air warfare: fire control equipment, proximity fuse and guided missiles*. Little Brown: Boston.
- Bush, V. (1942). The case for biological engineering. En: *Scientists Face the World of 1942*, pp. 33-45. New Brunswick, N.J.: Rutgers Univ. Press.
- Bush, V. (1970). *Pieces of the Action*. New York: Morrow.
- Capshew, J. H. (1993). Engineering Behavior: World War II, Project Pigeon, and the Conditioning of B. F. Skinner. *Technology & Culture*, 34, 835-857.
- Galison, P. (1994). The Ontology of the Enemy: Norbert Wiener and the cybernetic Vision, *Critical Inquiry*, 21, 228-66.
- Heims, S. J. (1991). *The Cybernetics Group*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Kevles, D. (1971). *The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Leary, D. E. (1990). *Metaphors in the history of Psychology*. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.

- Licklider, J. C. R. (1960). Man-Computer Symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, 1, 4-11.
- Mindell, D. A. (1995). Engineers, psychologists, and administrators: control systems research in wartime, 1940-45. *Control Systems Magazine*, IEEE; 15(4), 91-99.
- Mindell, D. A. (2002). *Between human and machine: feedback, control and computing before Cybernetics*. J. Hopkins University Press.
- Owens, L. (1986). Vannevar Bush and the Differential Analyzer: The Test and Context of an Early computer. *Technology and Culture*, 27, 63-95.
- Rosenblueth, A.; Wiener, N. and Bigelow, J. (1943). Behavior, Purpose and Teleology. *Philosophy of Science*, 10, 18-24.
- Rosenzweig, M. R. y Stone, G. (1948). Wartime Research in Psycho-Acoustics *Review of Educational Research*. 18(6), 642-654.
- Skinner, B. F., (1960). Pigeons in Pelican. *American Psychologist*. 15, 28-37.
- Stewart, I. (1948). *Organizing scientific research for war: the administrative history of the O.S.R.D.* Boston: Little Brown.
- Wiener, N. (1948). *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal and the Machine*. New York: Wiley.