

## BREVE HISTORIA DEL PENSAMIENTO SISTÉMICO

Fuente: O'Connor, Joseph y McDermott, Ian. Introducción al pensamiento sistémico. Barcelona: Urano, 1998.

Algunas ideas son tan obvias que no captan la atención de la gente de forma inmediata y se tarda en descubrir las consecuencias más profundas que pueden inferirse de ellas. Este hecho demuestra la extendida creencia de que si se pretende mantener oculto algún secreto, la mejor manera de que pase inadvertido es ponerlo a la vista de todo el mundo. No cabe duda de que el hombre tenía nociones prácticas sobre la fuerza de la gravedad antes de que a Isaac Newton le cayera sobre la cabeza la famosa manzana, pero fue Newton el que abrió la brecha de la Física y nos puso a todos en el largo camino que va desde la caída de una manzana hasta el zumbido de las cámaras de aceleración de partículas. Una vez desarrollado el concepto de gravedad, lo que antes no había sido más que un hecho cotidiano de vida se convirtió primero en un concepto, después en un principio y posteriormente en un paso hacia adelante en la comprensión del universo. Pasó a ser algo aplicable sobre lo que fundamentar el resto de las cosas. Hoy, con cierta ayuda de Einstein, la totalidad de la Física y la cosmología se basan en la fuerza de la gravedad, incluso nuestras ideas respecto a cómo empezó el universo y dónde podría acabar.

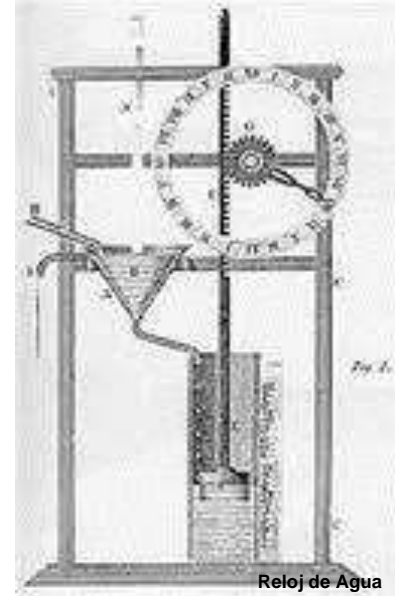
Thomas Kuhn, eminente científico e historiador, escribió sobre los “cambios de paradigma” en su obra *La estructura de las revoluciones científicas*. En cualquier momento, una teoría vigente forma un paradigma, es decir, un modelo mental que se autorrefuerza. La ciencia avanza únicamente, según escribió Kuhn, cuando encontramos discrepancias interesantes entre la teoría y la práctica. Una vez que advertimos la primera grieta, estamos ya sensibilizados para investigar las irregularidades. Del mismo modo que las ruedas celestes copernicanas “explicaron” de pronto las órbitas de los planetas, muchas irregularidades sólo salen a la luz cuando el paradigma vigente hasta ese momento resulta tan confuso para explicar los hechos contradictorios que la estructura entera se viene abajo por el peso de su propia incoherencia. Así, cada nueva teoría surge de las cenizas de la anterior, o bien la anterior experimenta notables modificaciones.

Tal vez haya otra forma de cambiar de paradigma. ¿Por qué cuestionar lo que se ha considerado clave hasta un momento dado sólo cuando surge algo nuevo e interesante? La Naturaleza, por ejemplo, construye los sistemas de forma (obviamente) natural, no hace otra cosa. Pero no son sistemas ordenados y perfectamente definidos. Los sistemas vivos son incontrolables, impredecibles, pero muy adaptativos. No es fácil imitar o descubrir los sistemas complejos que hay en ellos. Quizá estemos demasiado inmersos en los sistemas naturales para poder estudiarlos con objetividad.

El pragmatismo activa los avances del conocimiento. El pensamiento sistémico ha ido progresando a medida que las gentes han imaginado formas nuevas que establecen una diferencia práctica.

Si nos remontamos a los verdaderos orígenes del pensamiento sistémico, entendiendo por tal la capacidad del ser humano para reconocer y aplicar los principios sistémicos de

la realimentación, las propiedades emergentes y el pensamiento circular, el primer sistema –al menos el primero que conocemos- fue inventado por un griego llamado Ktesibios, que vivió en Alejandría durante el siglo III antes de Cristo. Se le atribuyen diversos inventos, entre los que destaca un reloj de agua con un depósito autorregulable. El mecanismo se accionaba mediante un flujo constante de agua a una velocidad regular. El agua fluía a través de una válvula flotante en forma de cono. A medida que aumentaba el nivel de agua, el cono era empujado hacia arriba hasta el embudo que dejaba entrar el agua y lo bloqueaba parcialmente. De este modo, el flujo disminuía y bajaba el nivel de agua; en consecuencia, la válvula caía y volvía a entrar más agua. Al poco tiempo, la válvula encontraba una posición en la que entraba justo la cantidad de agua necesaria para mantener la válvula en su lugar. Sin esa válvula, el flujo habría disminuido, habría entonces menos presión y el reloj se retrasaría. De hecho, en los relojes sin dispositivo autorregulador era preciso rellenar el nivel de agua manualmente. El reloj de Ktesibios funcionaba. Así pues, el antecesor de nuestra moderna válvula flotante del carburador fue inventado hace más de 2.000 años para saber la hora del día.



Reloj de Agua



Herón de Alejandría

Un siglo después, otro hombre, llamado Herón y también de Alejandría, perfeccionó el trabajo de Ktesibios e inventó varias válvulas flotantes basándose en el mismo principio. Hasta el siglo XVII, cualquier sistema de realimentación mecánica se basaba en alguno de los prototipos inventados por Herón, aparte de un primitivo termostato inventado en 1605 por un alquimista holandés llamado Drebbel quien, empujado por la necesidad de mantener una temperatura constante en el horno para el experimento de transmutar el plomo en oro, creó un termostato que funcionaba exactamente sobre los mismos principios que los termostatos que tenemos hoy en nuestras casas. Consiguió que el termostato funcionara, pero no tuvo éxito en el experimento de la transmutación. Si lo hubiera sabido entonces, habría hecho una enorme fortuna patentando el termostato en lugar de realizar aquel experimento. Sin embargo, aquel alquimista holandés no publicó nunca su diseño y hasta 100 años después el termostato no fue redescubierto.

Si nos vamos ahora al campo de la medicina y la fisiología, quizás el siguiente paso importante lo dio el médico inglés William Harvey, quien descubrió la circulación de la sangre. En 1628 publicó los datos en los que explicaba cómo el corazón bombea la sangre por todo el organismo y refutaba la teoría vigente hasta la fecha desde Galeno, en el año 170, de que el hígado era el órgano principal del sistema circulatorio, encargado de llevar la sangre hasta la superficie del cuerpo para formar la carne. Indudablemente, el corazón y los vasos sanguíneos forman un sistema, y forman una estructura circular. Gracias al cambio y movimientos continuos del corazón y de la sangre, nuestro organismo

se mantiene estable. Desde entonces, la medicina ha ido descubriendo poco a poco muchos de los sistemas del cuerpo humano, y se ha comprobado no sólo que cada uno de estos sistemas es homeostático, es decir, que se autorregula, sino también cómo los diversos sistemas encajan unos con otros para que el conjunto del organismo funcione. Hoy, gracias a la ciencia nueva de la psiconeuroinmunología, desarrollada a mediados de la década de 1970, estamos descubriendo cómo el cuerpo y la mente forman parte de un sistema mayor, cómo el estrés y los traumas emocionales nos pueden hacer vulnerables a las enfermedades, cómo los pensamientos influyen en la fisiología a través de los neurotransmisores y cómo el efecto de los fármacos depende de nuestra creencia en ellos, como demuestra la existencia del efecto placebo.



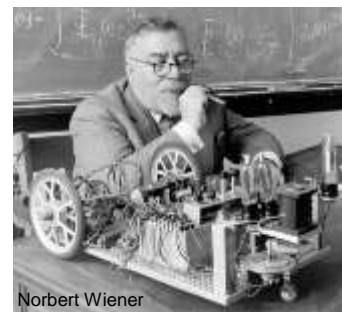
James Watt

El siguiente hito en la historia de los sistemas hechos por el hombre está protagonizado por James Watt. Nacido en 1736, aumentó la potencia de los motores de vapor de dos maneras. En primer lugar, diseñó una cámara de compensación aparte con la que se impedía la pérdida de vapor a través del cilindro. En segundo lugar, y más importante desde nuestro punto de vista, inventó en 1788 el regulador centrífugo, revolucionario dispositivo de realimentación que regulaba de forma automática la velocidad del motor, de modo que ajustando el regulador el conductor podía mantener la máquina a una velocidad constante.

Aquel regulador constaba de dos bolas de plomo que colgaban de un pequeño palo. El vapor hacía girar el palo y las bolas comenzaban a rotar. Cuanto más rápida era la rotación, más se elevaban y aceleraban las bolas, como en un carrusel de feria. Las bolas estaban conectadas a una válvula por encima del palo que ajustaba la cantidad de vapor y controlaba, por tanto, la velocidad de rotación del palo. Cuanto más se elevaban las bolas al girar, más cerraban la válvula y reducían la velocidad. Este avance permitía un grado de control mucho mayor del que se tenía hasta entonces.

Gracias a los circuitos de realimentación, se consiguió controlar la potencia de la máquina de vapor, lo cual favoreció enormemente la difusión de la revolución industrial. Con la realimentación se consigue la autorregulación. Cualquier dispositivo que funcione por realimentación utiliza en realidad su propio resultado para regular su funcionamiento, es el principio básico de la automatización. “Auto” significa “propio”, “por uno mismo”; en consecuencia, un dispositivo automático es aquel que se alimenta a sí mismo. Todo lo que funciona “automáticamente” utiliza la realimentación.

En 1948, Norbert Wiener, profesor de matemáticas del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), publicó un libro que tuvo una gran influencia titulado *Cybernetics* (MIT Press, 1948). La palabra “cibernética” viene del término griego *kybernetes*, que significa “piloto”, “comandante de marina”. La palabra “gobernador” tiene la misma raíz etimológica. Wiener definió la cibernética como “la ciencia de la comunicación y el control de animales y máquinas”. Su obra fue una valiosa



aportación al estudio de los sistemas. La cibernética se centra en el funcionamiento de los sistemas, ya sean vivos, mecánicos o sociales. Nos acerca al ambicioso anhelo de unificar disciplinas diferentes mediante los principios básicos que operan en todas ellas. Wiener propuso que los mismos principios generales que controlan un termostato, se dan también en los sistemas económicos, los instrumentos de regulación del mercado y la toma de decisiones políticas. La autorregulación de los sistemas mediante la realimentación – término definido por Wiener como “método de controlar un sistema, que consiste en volver a introducirle los resultados de una ejecución anterior” –, se convirtió en un principio de ingeniería básico y empezó a aplicarse a prácticamente todos los aspectos de la tecnología. Si es posible controlar por completo una de las variables de un proceso, podremos controlarlas todas indirectamente creando vínculos de realimentación. Todos los servomecanismos que se han desarrollado posteriormente son una aplicación de este principio, se trata de dispositivos autorregulados en los que una señal de salida se compara con una señal de entrada, y la diferencia entre las dos señales sirve para controlar la siguiente salida. Se utilizan servomecanismos principalmente en todos los sistemas mecánicos de dirección, como, por ejemplo, en los automóviles, los pilotos automáticos de barcos, aviones, misiles y naves espaciales.

Seis años antes y todavía sin nombre definido, la cibernética había empezado a despuntar. Desde 1942 y hasta 1951, estuvieron reuniéndose anualmente una serie de pensadores pioneros en las áreas de biología, informática, antropología, ingeniería y filosofía en un congreso organizado por la Fundación Josiah Macy. Participaron en aquel famoso foro, entre otros, Norbert Wiener; la antropóloga Margaret Mead; Gregory Bateson, cuyas aportaciones tuvieron una enorme influencia en las áreas de filosofía de la ciencia, psiquiatría, teoría de la evolución y pensamiento sistémico; John von Neumann, uno de los fundadores de la ciencia informática y Warren McCulloch, pionero en el campo de la inteligencia artificial. En aquel erudito caldo de cultivo vinieron a fundirse la cibernética y la inteligencia artificial, el control por realimentación en sistemas sociales, humanos, o mecánicos y la teoría del juego político. Las especulaciones interdisciplinarias que tuvieron lugar en las distintas ediciones del congreso de Macy (en la obra de Steven Heims *The Cybernetics Group* [MIT Press, 1991], se ofrece una completa crónica de aquellas reuniones) dejaron el campo abierto al desarrollo del pensamiento sistémico y la cibernética que, desde entonces, han evolucionado en muchas direcciones.

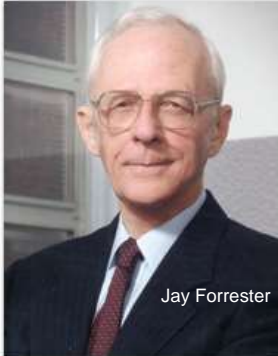


L. V. Bertalanffy

Uno de los desarrollos, basado en la idea de que los sistemas complejos comparten determinados principios organizativos que pueden desvelarse y reproducirse mediante modelos matemáticos, fue la teoría general de los sistemas. Surgió principalmente del trabajo realizado por el biólogo Ludwing von Bertalanffy y se sentaron sus bases en la obra de este autor *General Systems Theory* (Braziller, 1968). La teoría general de los sistemas se centra más en la estructura de los sistemas que en su función, y se aplica a sistemas complejos en física, química, biología, electrónica y sociología. Se ha ramificado también en la teoría de la información y en la construcción de modelos matemáticos de circuitos eléctricos y otros sistemas.

El análisis sistémico es también un conjunto de ideas similares, que se aplica a la toma de decisiones para controlar y optimizar los sistemas sociales y tecnológicos. Karl Deutsch analizó el proceso político desde el punto de vista cibernético en su obra *The Nerves of Government*, publicada en 1963.

En 1961, Jay Forrester aplicó los principios de la cibernética a los problemas de los sistemas económicos, la industria urbana y la vivienda, en su obra *Industrial Dynamics* (Productivity Press, 1961), cuya influencia ha sido notable. Posteriormente, Forrester fue ampliando el alcance de su trabajo hasta incluir el estudio de otros sistemas socioeconómicos mediante técnicas de simulación informática, en lo que ha dado en

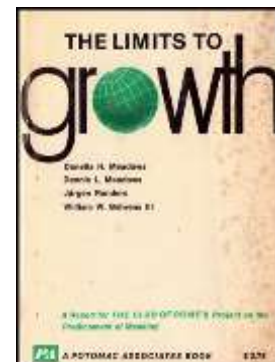


Jay Forrester

llamarse dinámica sistémica. En su obra *Urban Dynamics* (Productivity Press, 1969), Forrester utilizó un modelo informático para explorar las causas del crecimiento y deterioro de las ciudades. Si era posible conseguir un modelo del complejo entramado de fuerzas de las ciudades, tal vez los principios podrían ampliarse aún más. Esta posibilidad fue lo que llevó al Club de Roma a patrocinar, en 1970, un congreso sobre “la problemática de la humanidad”. Forrester y sus colegas empezaron a diseñar un modelo de la dinámica sistémica mundial que acabó convirtiéndose en una especie de hoja de cálculo de

escala internacional. El resultado fue el famoso libro *The Limits of Growth* (Signet, 1972), escrito por Donella Meadows y sus colaboradores. En esta obra se examinan las posibles relaciones entre contaminación, crecimiento de la población y desarrollo económico, y se presentan una serie de conclusiones frente a un hipotético futuro sostenible, que en su momento suscitó gran controversia, y todavía la suscitan hoy.

Para la elaboración de las conclusiones, los autores utilizaron un modelo informático. La tesis básica de esta obra es que si no se controla el ritmo de aumento de la contaminación y de crecimiento de la población, de la producción de alimentos y del uso de los recursos naturales, dentro de 100 años se habrán superado los límites del crecimiento de la Tierra. En una obra ulterior, *Beyond the Limits* (Earthscan Publications, 1992), se profundiza más en el análisis y se ofrecen conclusiones algo más alentadoras que en la obra precedente.



Desde la década de 1960, se ha desarrollado una nueva rama de la cibernética que centra su estudio en la relación entre el observador y el sistema sometido a observación. Conocida con el nombre de Cibernética de segundo orden, esta disciplina surge



Heinz von Foerster

principalmente del trabajo de Heinz von Foerster y explora principalmente cómo las personas construimos modelos mentales de los sistemas con los que interactuamos, sobre el principio de que no es posible separar a los observadores de los sistemas que están describiendo y, por tanto, debe haber realimentación entre observador y sistema observado, así como dentro del propio sistema en cuestión. La cibernética de segundo orden ha influido en el

enfoque de la terapia de familia y en el análisis de sistemas sociales, y destacan asimismo sus repercusiones en las ciencias de la psicología y la epistemología (cómo sabemos lo que sabemos). Francisco Varela y Humberto Maturana son dos escritores que han contribuido al desarrollo de la cibernética de segundo orden mediante su obra y sus trabajos de investigación.



El pensamiento sistémico se ha ampliado a muchas áreas. Está presente en la obra de personas tan influyentes en física y cosmología como Stephen Hawking; en biología evolutiva, como Richard Dawkins, y, en medicina, como Deepak Chopra. Peter Senge situó el pensamiento sistémico a la vanguardia de la gestión y el liderazgo con su famoso libro *La Quinta Disciplina* (Ediciones Granica, 1993),

en el que aplica también los arquetipos de sistemas a diversos problemas en el mundo de la empresa.

Confiamos en que este breve y personal resumen dé al lector una idea de las etapas más destacadas del pensamiento sistémico. Tenemos la esperanza de que, tras la gran diferencia que han establecido las ideas de la cibernética y del pensamiento sistémico en la vertiente material de nuestras vidas, empiecen ahora a transformar también la vertiente mental de nuestra existencia.

En *Alicia a través del espejo*, de Lewis Carroll, la reina roja le dice a Alicia que tiene que correr sin parar para quedarse en el mismo sitio. Pero no es posible quedarse en un mismo sitio. Si dejamos de movernos y de evolucionar, retrocedemos. Las ideas nuevas desencadenan nuevas ideas, en un bucle de realimentación de refuerzo. Las respuestas a nuestras preguntas no son el final de la búsqueda, sino el principio de una nueva, basada en preguntas nuevas y mejores. Tenemos la esperanza de que mediante los principios sistémicos básicos y su aplicación a la vida diaria, encontraremos nuevos modos de pensar, de revitalizar nuestras ideas en el presente y construir el futuro que se aproxima, antes incluso de ser plenamente conscientes de él.