

Los orígenes de las prácticas científicas interdisciplinarias en las Ciencias Cognitivas

Mildreth Liliet Hernández Cruz
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales

Fecha de recepción: 26/07/2020

Fecha de aceptación: 21/06/2021

RESUMEN

En el presente artículo se desarrolla de manera sistemática la emergencia de las Ciencias Cognitivas en relación con el paradigma de la Complejidad y la Teoría general de sistemas, al tiempo que se destacan dos enfoques epistémicos que confluyen en las Ciencias Cognitivas: la “cibernética de primer orden”, donde se identifican los modelos cognitivista y conexionista, y la “cibernética de segundo orden”, donde podemos localizar el modelo enactivo. La conclusión es que en las Ciencias Cognitivas, desde su emergencia, existen prácticas científicas interdisciplinarias, las cuales hicieron posible su institucionalización en disciplinas y subdisciplinas tales como la Filosofía, la Lingüística, la Antropología, la Neurociencia, la Psicología y la Inteligencia Artificial.

Palabras clave: Ciencias cognitivas, cibernética, complejidad, prácticas científicas interdisciplinarias, teoría de sistemas.

ABSTRACT

This article systematically develops the emergence of Cognitive Sciences in relation to the complexity paradigm and the General Systems Theory, highlighting two epistemic approaches that converge in Cognitive Sciences: the “cybernetics of the first order” where the cognitivist and connectionist models are identified, and the “cybernetics of the second order” where we can locate the enactive model. The conclusion is that in Cognitive Sciences, since its emergence, there are interdisciplinary scientific practices. These practices made their institutionalization possible in disciplines and sub-disciplines such as Philosophy, Linguistics, Anthropology, Neuroscience, Psychology and Artificial Intelligence.

Keywords: Cognitive Sciences, Cybernetics, Complexity, interdisciplinary Scientific Practices, Systems Theory.

INTRODUCCIÓN

Analizar la historia del paradigma de la complejidad, a la par del desarrollo de la Teoría general de sistemas (la cibernética) y la emergencia de las Ciencias Cognitivas, nos permite construir un análisis detallado del tipo de prácticas científicas que hacen posible la institucionalización de las Ciencias Cognitivas.

Si aceptamos que los estudios de la mente y de la inteligencia son fenómenos complejos, y que dichos fenómenos se estudian desde el enfoque de sistemas complejos, podemos considerar que las Ciencias Cognitivas nacieron en la década de 1950 ya inmersas en un tipo de prácticas científicas que obedecen a la investigación de carácter interdisciplinario y, por lo tanto, incentivan prácticas científicas interdisciplinarias.¹

Como bien señala Rolando García, la investigación interdisciplinaria no solo indica la necesidad de la integración de un equipo de trabajo con especialistas en distintas disciplinas (transdisciplinario), sino que, más bien, lo fundamental es que desde el comienzo de la investigación el equipo de trabajo delimite una problemática con un enfoque de sistemas complejos; esta delimitación podemos observarla en las Ciencias Cognitivas desde sus primeros años de conformación, evidencia de lo cual es la fuerte influencia que tienen desde la cibernética y la Inteligencia Artificial.²

Conocemos que las Ciencias Cognitivas son el estudio interdisciplinario de la mente y la inteligencia; sin embargo, hace falta dar cuenta y saber cómo las prácticas científicas interdisciplinarias llegaron a hacer posible la base y fundamento de su funcionamiento. En este sentido, es aquí donde radica la importancia del desarrollo histórico de este artículo.³

¹ Como bien lo indica el filósofo Paul Thagard: "Cognitive science is the interdisciplinary study of mind and intelligence, embracing philosophy, psychology, artificial intelligence, neuroscience, linguistics, and anthropology. Its intellectual origins are in the mid-1950s when researchers in several fields began to develop theories of mind based on complex representations and computational procedures". Paul Thagard. "Cognitive Science." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2019 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/spr2019/entries/cognitive-science/>

² En síntesis — menciona Rolando García —, "lo que integra a un equipo interdisciplinario para el estudio de un sistema complejo es un marco conceptual y metodológico común, derivado de una concepción compartida de la relación ciencia-sociedad, que permitirá definir la problemática a estudiar bajo un mismo enfoque, resultado de la especialización de cada uno de los miembros del equipo de investigación". Rolando García. *Sistemas complejos. conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa, 2006, 35.

³ "Cognitive science is the scientific study of the human mind. It is a highly interdisciplinary field, combining ideas and methods from psychology, computer science, linguistics, philosophy, and neuroscience. The broad goal of cognitive science is to characterize the nature of human knowledge – its forms and content – and how that knowledge is used, processed, and acquired." *Brain and Cognitive Science* (sitio web del Massachusetts

Mencionaré brevemente que el artículo se divide en dos apartados: en el primero podemos relacionar la Teoría general de sistemas con el auge de la cibernética de primer orden y la inteligencia artificial. En este punto podemos reconocer una epistemología que sostiene la distinción entre sujeto y objeto; es decir, el sujeto cognoscente como un ente “independiente” del objeto que quiere conocer. En esta perspectiva, se piensa que las observaciones que realiza el sujeto cognoscente pueden llegar a tener alguna representación “objetiva” —de alguna manera— del mundo.

Asimismo, en este primer apartado retomaremos los principios de la Teoría general de sistemas, que fue promovida por el biólogo Ludwig von Bertalanffy (1901-1972); dichos principios fortalecieron la “cibernética de primer orden”, la ingeniería de sistemas y el surgimiento de campos afines.

En la cibernética de primer orden encontramos a científicos como John von Neumann, Claude E. Shannon, Norbert Wiener, William Ross Ashby, Herbert A. Simon, Allen Newell y Kenneth Ewart Boulding, quienes realizaron aportes significativos —en una primera generación— al estudio de sistemas complejos y, en concreto, a la forma en que una computadora puede resolver problemas específicos.

En esta primera generación de científicos enfocados al análisis de sistemas, en lo que respecta a la historia de las ciencias cognitivas, hay una fuerte influencia de la cibernética de primer orden y, en particular, de la inteligencia artificial para tratar de entender la complejidad de la mente y el cerebro humano desde un enfoque cognitivista y conexionista.⁴

En el segundo apartado —una vez que se ha sedimentado el pensamiento sistémico en la ciencia—, se parte hacia una “cibernética de segundo orden”, la cual responde a una nueva epistemología que pone en el centro de la discusión al observador como un sistema que observa a otros sistemas. Es en este contexto donde el observador, como un sistema, tiene una participación activa en sus observaciones y, por lo tanto, debe ser estudiado con la complejidad que implica su sistema neuronal.

En esta segunda etapa, Francisco Varela desarrolla un enfoque “enactivo”, que es un punto medio entre el cognitivismo y el conexionismo. El enfoque enactivo trata de explicar la autonomía de los sistemas que observan; es decir, ¿qué hace que un sistema sea autónomo y se mantenga así?⁵

Institute of Technology), <https://bcs.mit.edu/research/cognitive-science>.

⁴ En estos enfoques, el funcionamiento del cerebro se compara con el de un procesador de información. En los enfoques cognitivista y conexionista se tiene como base la representación de la realidad y, en particular, la representación por medio de símbolos. Estos representan en el cerebro ciertas indicaciones (*input*) que el cerebro procesa y, posteriormente, con base en esos símbolos, se resuelve algún problema en particular o se genera una respuesta (*output*).

⁵ Varela tuvo una fuerte influencia por parte de Heinz von Foerster, uno de los padres de la cibernética de segundo orden. Ambos compartían la preocupación por entender qué hace posible que los sistemas se mantengan “autónomos” frente a un entorno y frente a otros sistemas; de aquí surge el concepto *autopoiesis*.

El desarrollo del artículo nos llevará a pensar que en las ciencias cognitivas no hay una teoría dominante o un paradigma dominante, sino que hay teorías que compiten o se complementan e interconectan en busca de una mejor explicación y de resolver problemas paradigmáticos sobre la mente y la inteligencia.

Cabe mencionar que la metodología que se utiliza a lo largo del ensayo es el análisis de fuentes; con base en dicho análisis se hace una reconstrucción histórica, donde se rescatan tanto autores principales como tradiciones epistemológicas, con la finalidad de comprender la emergencia de las ciencias cognitivas y con ello la recursividad de las prácticas científicas interdisciplinarias.

BREVE CONSIDERACIÓN DEL CONCEPTO DE “PRÁCTICA CIENTÍFICA”

Considerando que las ciencias cognitivas emergieron como un híbrido entre disciplinas y subdisciplinas, y que no ha habido necesidad de una institucionalización en planes y programas a nivel licenciatura o posgrado, podemos entonces preguntarnos: ¿qué tipo de prácticas científicas posibilitan que las ciencias cognitivas se encuentren vigentes?

Es necesario mencionar qué se entiende por “prácticas científicas”. Para ello, Miguel Esteban y Sergio Martínez pueden darnos un primer acercamiento al concepto:

...el concepto de práctica suelen [sic] asociarse a propuestas procedentes de una caracterización de práctica sugerida por Wittgenstein y elaboradas años después por Fleck, Kuhn y Hacking. De acuerdo con Wittgenstein las prácticas constituyen el contexto con respecto al cual se distingue lo falso de lo verdadero. Hacking precisa la idea poniendo énfasis en la condición histórica.⁶

De la cita textual podemos rescatar dos elementos importantes sobre el concepto de “práctica científica”: 1) el contexto en el que se sitúan dichas prácticas, y 2) la condición histórica que recogen dichas prácticas; es decir, al considerar el concepto de prácticas científicas podemos conectar tradición y contexto, ya que las prácticas siempre parten de un conocimiento previo que el científico retoma recursivamente de la tradición científica en la que se sitúa con la finalidad de poder resolver problemas de su época en su área de conocimiento.⁷

Recurriendo al filósofo Joseph Rouse —estudioso de Thomas S. Kuhn—, podemos analizar las prácticas científicas desde un ámbito normativo y tam-

⁶ Miguel Esteban y Sergio Martínez (comps.). *Normas y prácticas en la ciencia*. México: UNAM-Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2008, 8.

⁷ Prácticas científicas situadas, como las consideraba León Olive, constreñidas por la percepción sensorial del investigador y el entorno inmediato de la comunidad epistémica. Esteban y Martínez, *Normas y prácticas en la ciencia*, 8-9.

bién desde uno heurístico.⁸ En el sentido normativo, la tradición científica hereda modelos, teorías e instrumentos que van pasando de generación en generación; en el sentido heurístico, los científicos resuelven problemas y hacen innovaciones conforme a los avances tecnológicos de su época y, por ende, dentro de un contexto histórico en específico.

Cabe mencionar que el objetivo principal de este ensayo es comenzar por dar cuenta del tipo de prácticas científicas que sostienen a las ciencias cognitivas; es así que el debate sobre el tipo de prácticas que queremos alcanzar no es exclusivamente en el sentido normativo sino, como mencionan José Miguel Esteban y Sergio Martínez, “identificar estructuras normativas más generales”,⁹ para lo cual se propone tener en mente la relación que se presenta entre la experiencia del observador (el científico), la tradición científica (teorías y modelos) y el contexto histórico (tecnología y sociedad).

Es por todo lo anterior que las prácticas científicas interdisciplinarias en las que hacemos énfasis en este artículo responden a un contexto y a una tradición específica que retoman del paradigma de la complejidad y del desarrollo de la teoría general de sistemas, así como de los avances tecnológicos posteriores a la Segunda Guerra Mundial.¹⁰

Es interesante observar la forma en que se hacen recursivas las “prácticas científicas interdisciplinarias”, específicamente en el área de las ciencias cognitivas, ya que estas prácticas no se guían por un solo paradigma (marco teórico y epistemológico), sino que los científicos tienen la posibilidad de adoptar marcos teóricos, epistemológicos y metodológicos de otras disciplinas y adaptarlos a su propia disciplina, para ampliar, agregar o contrastar conocimiento científico a temas encaminados al estudio de la mente, el cerebro y la inteligencia.

EL PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD Y EL ENFOQUE SISTÉMICO

Una premisa importante de la que parte Ludwig von Bertalanffy era que los sistemas comparten una característica fundamental, que es la complejidad. Y es que la complejidad es el resultado de la multiplicidad y la interacción de los sistemas.

Farías y Ossandón tienen clara la relación entre complejidad y sistemas, al respecto de la cual mencionan lo siguiente:

⁸ Joseph Rouse. “Kuhn’s Philosophy of Scientific Practice.” en Thomas Nickles (ed.), *Thomas Kuhn*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003, 104.

⁹ Esteban y Martínez, *Normas y prácticas en la ciencia*, 8-9.

¹⁰ Una evidencia de las prácticas científicas interdisciplinarias es recurrir al análisis bibliográfico de los estudiosos de las ciencias cognitivas y observar que en dicha bibliografía se pueden encontrar autores de otras áreas disciplinares que nutren el trabajo de investigación del investigador; este tipo de prácticas se hacen recursivas, es decir, se da la necesidad de investigar temas cognitivos en otros campos.



El pensamiento de la complejidad fue desarrollado en un principio por las ciencias naturales, a fin de dar cuenta de procesos que desafiaban supuestos clásicos, como son: las dinámicas no-lineales, los puntos de bifurcación, la dependencia sensitiva de condiciones iniciales, los estados no caóticos lejanos al equilibrio, la autoorganización, las formas geométricas fractales, los atractores, etcétera. La constatación de que la alternativa al equilibrio no es el caos, sino la emergencia de complejidad organizada (neguentropía) condujo de esta manera a la idea de una ciencia de orden holístico emergente; una ciencia de cualidades como de cantidades; una ciencia del potencial de orden emergente en fenómenos complejos e impredecibles.¹¹

Es así como el paradigma de la complejidad guía a los modelos sistémicos y permite resolver problemas; es decir, el enfoque sistémico da cuenta de la organización de los sistemas y al mismo tiempo intenta dar cuenta de su complejidad. De esta forma, complejidad y fenómeno sistémico constituyen una forma de entender al mundo.¹²

Situar el análisis de la complejidad como problema básico y punto cero de la Teoría general de sistemas es probablemente una de las características más importantes que posibilitan que las disciplinas se identifiquen con dicho paradigma y que los científicos comiencen a impulsar sus prácticas científicas más allá de su disciplina, con el propósito de unir las piezas del rompecabezas; es decir, entender la organización de los sistemas complejos que se relacionan con otros sistemas complejos.¹³

La Teoría general de sistemas, comprendida en el paradigma de la complejidad, no solo ha llevado a repensar los pilares básicos del método científico, sino que también ha tenido una rápida expansión, desde la década de 1980, de sus principales conceptos por diferentes dominios del conocimiento. En muchos casos, tal expansión ha descansado en un movimiento analógico centrado más en figuras conceptuales que en constructos lógico-matemáticos, lo que ha permitido una constante transmutación de esas analogías y de paradojas que sirven en las teorías contemporáneas para hacer, de cierta forma, accesible el fenómeno de la complejidad en las ciencias sociales.¹⁴

¹¹ Ignacio Farías y José Ossandón (eds.). *Observando sistemas. Nuevas apropiaciones y usos de la teoría de Niklas Luhmann*. Santiago de Chile: RIL Editores / Fundación Soles, 2006, 33.

¹² John P. van Gigch. *Teoría general de sistemas* México: Trillas, 1997, 16.

¹³ Como bien señala Morin: “El método del pensamiento complejo no sustituye ni reemplaza los métodos científicos, sino que constituye con respecto a éstos un meta-punto de vista que procura estimular un pensamiento reflexivo de la ciencia sobre sí misma [...] El pensamiento complejo está animado por una tensión permanente entre la aspiración a un saber no parcelado, no dividido, no reduccionista, y el reconocimiento de lo inacabado e incompleto de todo conocimiento”. Edgar Morin. “Librarius”, reseña de Leonardo G. Rodríguez Zoya (coord.), *La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina t. I. Utopía y Praxis Latinoamericana*, año 22, no. 78 (julio-septiembre de 2017): 163-164.

¹⁴ Farías y Ossandón, “Observando sistemas”, 32-34.

Dicho lo anterior, la primera generación de científicos que comenzaron con el análisis de sistemas a mediados del siglo XX promovieron un cambio de paradigma que se enfocó en observar la complejidad de los fenómenos.

Como bien menciona Thomas Kuhn, los paradigmas guían la investigación y traen consigo una “poderosa red de compromisos conceptuales, teóricos, instrumentales y metodológicos, los cuales permitirán al científico resolver problemas”.¹⁵

El paradigma de la complejidad trajo consigo compromisos teóricos, surgimiento de teorías como “teoría general de sistemas”, “teoría de conjuntos”, “teoría de redes”, “cibernética”, “teoría de la información”, “teoría de autómatas”, “teoría de juegos”, “teoría de decisiones” y “teorías de la simulación”.¹⁶

En lo referente a la red de compromisos conceptuales, el paradigma de la complejidad hace énfasis en conceptos como “sistema”, “complejidad”, “isomorfismo”, “autorregulación”, “equifinalidad”, “retroalimentación”, “ne-guentropía”, “organización”, etcétera.

En consecuencia, se han desarrollado métodos sistémicos de control y mejora organizacional, análisis de redes sociales, análisis de redes neuronales, implementación de algoritmos secuenciales, etcétera. Estos métodos van de la mano de avances tecnológicos que, en buena medida, se deben al uso de microprocesadores.¹⁷

Es así como todos estos compromisos conceptuales, teóricos, metodológicos e instrumentales no son propios de un solo campo de conocimiento disciplinar sino que, más bien, se comparten entre disciplinas y comienzan a establecer puentes de comunicación entre los científicos, lo que estimula prácticas científicas interdisciplinarias.

¹⁵ Thomas Kuhn. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica, 2004, 87.

¹⁶ Como bien menciona Rouse, “los paradigmas son una guía normativa y heurística en la resolución de problemas. En el sentido normativo dan cuenta de qué problemas valen la pena resolverse y en el sentido heurístico ofrecen un ‘modelo’ que guía la situación de un hecho pasado a uno nuevo”. Rouse, “Kuhn’s Philosophy of Scientific Practice”, 104.

¹⁷ El papel de las “nuevas tecnologías” fue un complemento fundamental para el paradigma de la complejidad. La tecnología sirvió como herramienta eficaz para observar la operación y el funcionamiento de los sistemas. Los “microprocesadores” son un claro ejemplo de la revolución tecnológica del siglo XX, ya que ayudan a realizar tareas complejas —que la mente humana por sí sola no podría realizar— como el almacenaje y procesamiento de gran cantidad de información.

En las llamadas “ciencias cognitivas” se da un gran avance tecnológico para poder observar parte de la complejidad del cerebro con recursos y aparatos como el electroencefalograma, la tomografía axial computarizada, la imagen por resonancia magnética, los simuladores de redes neuronales, etcétera. Estos avances, claro está, son paulatinos.

CONTEXTO SOCIAL DE LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS

El sociólogo Niklas Luhmann menciona que la teoría sistémica, que surgió a mediados de la década de 1950, nació ya incrustada en el modelo del “equilibrio” —de los sistemas— que ya había sido empleado en el contexto del siglo XVII con el nombre de *balance of trade* (‘equilibrio del mercado internacional’), de tal forma que no se puede hablar de un descubrimiento propio en el campo sistémico, sino de una variante de aquel pensamiento ya antiguo sobre la estabilidad y el orden.¹⁸

Es importante mencionar el contexto social e histórico en el que se encontraban las sociedades durante la segunda posguerra. En ese periodo los gobiernos se vieron obligados a poner en marcha un gran proyecto científico que permitiera la reestructuración de las sociedades en varios ámbitos respecto a la economía, la política, la educación, la tecnología y la jurisdicción, tanto en el ámbito global como en los países que habían estado en guerra.

En este panorama, el enfoque sistémico fue de gran sustento para dar solución, en conjunto, a la forma en que las sociedades tenían que organizarse, de modo tal que comenzó a hacerse necesaria la relación entre ciencia, tecnología y sociedad.¹⁹

Es así que el impacto que ha tenido el desarrollo y estudio de sistemas se ha encaminado a la relación entre costos y beneficios, luego de lo cual se extendió con gran velocidad hacia otras áreas, tal como nos lo hace notar críticamente Pablo González Casanova en su libro *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la academia a la política*:

El apoyo que gobiernos y corporaciones dan a la interdisciplina y a la tecnociencia es impresionante. Proyectos millonarios de investigaciones interdisciplinarias y tecnocientíficas se suceden desde la Segunda Guerra Mundial hasta hoy. [...] Pero el apoyo no se queda en mensajes favorables de los grandes políticos, ni en apoyos financieros que no tienen precedente en la historia de la investigación científica y tecnológica, acordados con las universidades y centros autónomos o empresariales y gubernamentales. El apoyo se manifiesta en todos los medios, en la prensa, en la radio, en el cine, en los gobiernos mismos y en las empresas que dan un gran aliento lúdico, reverencial o práctico al nuevo tipo de cultura y conocimientos de la revolución tecnocientífica y la interdisciplina.²⁰

¹⁸ Niklas Luhmann. *Introducción a la Teoría de Sistemas*. México-Barcelona: Universidad Iberoamericana / ITESO / Anthropos, 1996.

¹⁹ Como bien lo indica Javier Echeverría, “se ha producido una mutación, una hibridación entre ciencia y tecnología y ha surgido una nueva rama evolutiva: la tecnociencia [...] En el caso de la tecnociencia, los objetivos de la ciencia y de la ingeniería siguen existiendo, aunque subordinados a otros, es decir, el propio conocimiento científico pasa a ser un instrumento, un medio para el logro de otros objetivos; por ejemplo, objetivos militares, empresariales, económicos, políticos o sociales”. Javier Echeverría. “La revolución tecnocientífica.” *CONfines* 1, no. 2 (agosto-diciembre de 2005): 11.

²⁰ Pablo González Casanova. *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la academia a la política*. Barcelona: Anthropos, 2005, 32.

Es así que la planeación, la organización, la administración y la manipulación de la tecnología son un claro ejemplo del discurso que permitió, para bien o para mal, la reorganización de las sociedades, y que favoreció, al mismo tiempo, la diferenciación de subsistemas sociales como el jurídico, el científico, el educativo, el cultural, el sanitario, el económico y el político.

En este contexto, Ludwig von Bertalanffy consideraba, según John P. van Gigch, que el enfoque de sistemas es “la única forma en la que se podían volver a unir las piezas de un mundo fragmentado: la única manera en que se pueda guiar la organización que emerge del caos”.²¹

Claros ejemplos de la mutación híbrida entre ciencia, tecnología y sociedad —es decir, las tecnociencias— son el enfoque de sistemas que produjo Bertalanffy y todos los trabajos científicos que se llevaron a cabo en la década de 1950; es por ello que en el siguiente apartado veremos con mayor detalle cuáles fueron los principales aportes de las tecnociencias y cómo estas revolucionaron las prácticas científicas y, posteriormente, encontraron un lugar en las ciencias cognitivas.

DESARROLLO DE LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS

El biólogo Ludwig von Bertalanffy, en los trabajos que publicó entre 1950 y 1968, tuvo la intención de “unificar” la ciencia con base en una “Teoría general de sistemas”. Bertalanffy se dedicó a investigar estructuras y propiedades que pudieran compartir los fenómenos estudiados en distintas disciplinas y así delinear los principios de la Teoría general de sistemas.

Bertalanffy, al señalar los principios y fundamentos generales sistémicos, se refería concretamente a la forma en que se organizan los sistemas; a los medios por los cuales los sistemas reciben, almacenan, procesan y recuperan información —cibernética de primer orden—, así como a la manera en que se comportan, responden y se adaptan ante diferentes entradas del medio.

Fue así como, en la década de 1950, la Teoría general de sistemas sentó sus bases con un nivel de generalidad —como su nombre lo indica— mediante el uso de una notación y una terminología comunes, lo que hizo posibles nuevas prácticas científicas que trascendieran a las disciplinas.

Bertalanffy aprovecha el contexto del periodo de posguerra para argumentar su propuesta en un nivel científico, de tal manera que en su libro *Teoría general de los sistemas* señala:

Antes la ciencia trataba de explicar los fenómenos observables reduciéndolos al juego de unidades elementales, investigables independientemente una de otra, sin embargo en la ciencia moderna aparecieron actitudes que se ocuparon de lo que se denominaba *totalidad*; frente a ello se presentaron problemas de organización, fenómenos no descomponibles en acontecimientos locales, interacciones

²¹ Van Gigch, *Teoría general de sistemas*, 16.



dinámicas manifiestas en la diferencia de conductas de partes aisladas o en una configuración superior, etcétera; de tal forma que fueron vislumbrándose *sistemas* de varios órdenes, no comprensibles por investigación de sus respectivas partes aisladas. A lo cual, las concepciones y problemas de tal naturaleza emergieron en todas las ramas de la ciencia, sin importar que el objeto de estudio se tratara de organismos vivientes o fenómenos sociales.²²

De esta manera, Ludwig von Bertalanffy invita a trascender el estudio aislado de las unidades elementales de los fenómenos científicos en las distintas disciplinas sin establecer relación con otras disciplinas, con el fin de emprender el camino hacia generalizaciones que antepongan la relación entre disciplinas y, en consecuencia, lo que en este artículo denominamos la generación de prácticas científicas interdisciplinarias.

En 1954, Bertalanffy, con el apoyo del matemático Anatol Rapoport, organizó una comunidad científica que denominó “Sociedad para el avance de la Teoría General de Sistemas”. En 1957, la organización cambió de nombre a “Sociedad para la Investigación General de Sistemas”.²³ Fue en dicha comunidad científica donde se publicaron los propósitos de unificar la ciencia bajo el cobijo de una Teoría general de sistemas.²⁴

Como podemos notar hasta ahora, en este intento de unificar la ciencia, Ludwig von Bertalanffy aparece como el más destacado entusiasta en esta primera etapa de la Teoría general de sistemas. Sin embargo, el desarrollo de dicha teoría se complementó y se construyó con el aporte de científicos de la época que participaron en la Segunda Guerra Mundial, como John von Neumann, Claude E. Shannon, Norbert Wiener, William Ross Ashby, Herbert Simon, Allen Newell y Kenneth Ewart Boulding.

Retomaré algunos aportes de estos científicos, según la interpretación de Pablo González Casanova, para dar cuenta de cómo aparecieron conceptos que fortalecieron a la Teoría general de sistemas y en particular a la cibernética de primer orden.

1. John von Neumann desarrolló una teoría general de autómatas y delineó los fundamentos de la Inteligencia Artificial.²⁵
2. El trabajo de Claude E. Shannon, en 1949, “definió la *entropía* —o el desorden o la desintegración— en forma matemática y la llevó de la

²² Ludwig von Bertalanffy. *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica, 2000, 64.

²³ Von Bertalanffy, *Teoría general de los sistemas*, 65.

²⁴ No obstante, dicho propósito fue un tanto ambicioso e improbable. Sin embargo, se debe reconocer que gracias al proyecto de construir una teoría general de sistemas se dio la pauta para el trabajo interdisciplinar y, en consecuencia, para las prácticas científicas que trascienden disciplinas.

²⁵ Von Neumann probó el teorema básico de la teoría de los juegos, aplicada con éxito en las acciones militares durante la Segunda Guerra Mundial. González Casanova, *Las nuevas ciencias y las humanidades*, 65.

termodinámica a los sistemas de información”, para comprender cómo la *entropía* se opone a la *neguentropía* como información.²⁶

3. Norbert Wiener desarrolló en 1948 la *Cibernética de primer orden* y descubrió que las máquinas son un símil admirable del ser humano que se comunica.²⁷
4. William Ross Ashby desarrolló en 1956 los conceptos de cibernética, autorregulación y autodirección, alrededor de las ideas que habían concebido Wiener y Shannon.²⁸
5. En 1956, Kenneth Ewart Boulding observó sistemas que resuelven problemas en situaciones de incertidumbre, así que publicó *La teoría general de sistemas: un esqueleto de la ciencia*.²⁹

Como lo plantea González Casanova, este grupo de científicos desarrolló los principales modelos de sistemas cibernéticos autómatas propios de la Inteligencia Artificial, que luego serían imprescindibles para continuar con el desarrollo y estudio de los sistemas complejos adaptativos. Además, podemos señalar que es un grupo de tecnocientíficos cuyas prácticas trascendieron hacia el nivel social: específicamente, los avances científicos que se dan en la Inteligencia Artificial y tienen un impacto amplio en la sociedad, como el uso de computadoras, internet, celulares y, en general, los medios de comunicación.

¿QUÉ ES UN SISTEMA PARA LA CIBERNÉTICA DE PRIMER ORDEN?

En la primera generación, se buscó que el concepto de sistema de la Teoría general de sistemas —al igual que la clasificación de estos— fuera lo suficientemente general para poder aplicarse en distintas disciplinas.

En este sentido, la definición de sistema se remite principalmente al conjunto de elementos en interacción e interdependencia que conforman el propio sistema, en donde “es necesario estudiar no sólo las partes aisladas y los procesos aislados, sino los problemas esenciales, que son problemas de relaciones organizadas, que resultan de la interacción dinámica y que hacen del comportamiento de las partes un comportamiento diferente de aquel que se advierte cuando se estudia por separado”.³⁰

De esta forma, un sistema es una unión o conjunto de elementos relacionados. Los elementos de un sistema pueden ser *conceptos*, en cuyo caso esta-

²⁶ González Casanova, *Las nuevas ciencias y las humanidades*, 46.

²⁷ González Casanova, *Las nuevas ciencias y las humanidades*, 60.

²⁸ Van Gigch, *Teoría general de sistemas*, 68.

²⁹ González Casanova, *Las nuevas ciencias y las humanidades*, 53. En ninguna de las dos ediciones de este libro se encuentra esa cita en esa página; en la de 2004, es la página 53.

³⁰ Von Bertalanffy (1931), citado por González Casanova, *Las nuevas ciencias y las humanidades*, 51.

mos tratando con un sistema conceptual; los elementos de un sistema pueden ser *objetos* —por ejemplo, una máquina—, y también pueden ser *sujetos*; es decir, el sistema puede estructurarse de conceptos, objetos y sujetos.³¹ Entonces, un sistema puede llegar a ser un agregado de entidades vivientes, no vivientes o ambas.

Al respecto, Niklas Luhmann menciona que los sistemas abiertos, al desarrollar complejidad para construir neguentropía, necesariamente entran en un estado de intercambio de energía o de información con el entorno. Por consiguiente, estos sistemas, con ayuda de una función de transformación, pueden convertir *inputs* en *outputs* y con ello conservarse.³² En este sentido, Luhmann dice que el modelo de sistemas abiertos quedó atrapado en el pantano del mundo de los objetos, tal y como se pensaban los sistemas en el campo de la biología y de los mecanismos de control, cuya perspectiva era objetual.³³

Podemos resumir que, en la primera generación de sistemas, no hubo un cambio significativo en un sentido epistemológico en cuanto a la forma en que los científicos construyen conocimiento partiendo de la relación entre sujeto cognoscente y objeto por conocer. Pero ¿qué es lo que posibilita neuronalmente al observador conocer y ser consciente de dicha observación? Dicha pregunta plantea ya un estudio de sistemas centrado en las capacidades cognitivas que posibilitan al agente *conocer*.

CIENCIAS COGNITIVAS, CIBERNÉTICA DE PRIMER ORDEN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Como lo he venido desarrollando, en la década de 1950 surgieron las ciencias cognitivas con una perspectiva tecnocientífica, como el estudio interdisciplinario de la mente y la inteligencia. Las áreas del conocimiento que confluyen en las ciencias cognitivas son la filosofía, la lingüística, la psicología, la inteligencia artificial, las neurociencias, la antropología y, más recientemente, la física.

En la década de 1950, las teorías de la mente tomaron como base y fundamento los avances que ya se habían dado en la cibernética de primer orden y específicamente en la inteligencia artificial, las cuales aludían a que la mente

³¹ Van Gigch, *Teoría general de sistemas*, 17.

³² En el terreno de la sociología, Niklas Luhmann hace referencia a que, en la década de 1970, y sobre todo en los artículos recogidos en los nuevos volúmenes de “La Ilustración Sociológica”, se configura un nuevo paradigma teórico de análisis sociológico estructurado precisamente en la diferencia sistema/entorno y no como sistemas abiertos. Posteriormente, en la década de 1980, Luhmann introduce —sobre todo en su obra cumbre *Sistemas sociales*— nuevos conceptos que redefinen su proceso de construcción teórica: la autopoiesis y la autorreferencialidad. Josetxo Beriain. “Niklas Luhmann, in Memoriam.” *Estudios Políticos*, núm. 21 (mayo-agosto de 1999): 16.

³³ Niklas Luhmann. *Sistemas sociales. Lineamientos para una teoría general*. Barcelona: Anthropos / Universidad Iberoamericana / Centro Editorial Javeriano, 1998, 18-19.

podría operar con representaciones complejas y procedimientos computacionales.³⁴

Christopher Longuet-Higgins utilizó por primera vez el término “ciencia cognitiva” cuando creó en Edimburgo un grupo interdisciplinario de psicólogos, lingüistas y neurocientíficos para el estudio de la visión artificial.³⁵

Los experimentos controlados con participantes humanos —los cuales provienen de la psicología— comenzaron a darle cientificidad a las ciencias cognitivas. Sin embargo, dichos experimentos psicológicos necesitaban ser interpretados dentro de un marco teórico. Es aquí donde se postula un modelo “cognitivista” que proviene de la Inteligencia Artificial. Dicho modelo considera a la mente como un símil de una computadora; es decir, que opera con base en representaciones mentales.³⁶

Gracias al enfoque cognitivista, se avanzó hacia la construcción de modelos computacionales conexionistas que “simulan operaciones mentales”. Es así que específicamente la Inteligencia Artificial reproduce modelos sobre el razonamiento deductivo, la formación de conceptos y las imágenes mentales, así como el uso de operaciones analógicas, todo ello con la finalidad de resolver problemas.

En el terreno de las neurociencias, se construyeron experimentos controlados para observar directamente la “naturaleza” del cerebro, donde los neurocientíficos, al experimentar con sujetos no humanos, introducen electrodos y graban los disparos de las neuronas individuales. Asimismo, por medio del electroencefalograma o mapeo cerebral, se identifican áreas del cerebro que han sido dañadas.³⁷

Las prácticas científicas interdisciplinarias en las ciencias cognitivas se consolidaron con la ayuda de modelos computacionales —por ejemplo, para estudiar grupos de neuronas—, en sincronía con los estudios de la psicología experimental y la neurociencia; fue así como las ciencias cognitivas heredaron

³⁴ Los pioneros de la inteligencia artificial fueron John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell y Herbert Simon.

³⁵ Alberto Greco, “Cognitive Science and Cognitive Sciences.” *Journal of Cognitive Science* 13 (2012): 471-485.

³⁶ “Could a machine think? Could the mind itself be a thinking machine? The computer revolution transformed discussion of these questions, offering our best prospects yet for machines that emulate reasoning, decision-making, problem solving, perception, linguistic comprehension, and other mental processes. Advances in computing raise the prospect that the mind itself is a computational system—a position known as *the computational theory of mind* (CTM).” Michael Rescorla. “The Computational Theory of Mind.” *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Spring 2020 Edition), Edward N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/computational-mind/>.

³⁷ Thagard, “Cognitive Science”. El mapeo cerebral acabó por formar parte importante del proceso de diagnóstico que realizan los médicos neurólogos. Véase Ana Cecilia Rodríguez de Romo, Atocha Aliseda y Antonio Arauz. “Medicina y lógica: el proceso diagnóstico en neurología.” *Ludus Vitalis, Revista de Filosofía de las Ciencias de la Vida* 16, no. 30 (2008): 135-163.

la forma de trabajar de los tecnocientíficos, pues no es posible negar la influencia de la cibernética en los estudios de la mente y de la inteligencia.

La antropología cognitiva también se hizo presente en las ciencias cognitivas para examinar cómo se muestra el pensamiento humano y sus diversas manifestaciones en distintas culturas. Para ello, la etnografía —una herramienta metodológica de la antropología— permitió observar “directamente” el comportamiento humano.³⁸

Mientras tanto, los filósofos de la mente se concentraron en estudiar la naturaleza de las representaciones mentales, así como el problema de la relación mente-cuerpo.³⁹ Podemos decir que en estos estudios, desde la filosofía de la mente, se comenzaron a vislumbrar las “prácticas científicas interdisciplinarias” de una forma más clara, ya que los filósofos de la mente suelen recurrir a los experimentos científicos diseñados dentro de las neurociencias y la psicología experimental con la intención de sustentar una teoría representacional, además de tratar de entender temas cognitivos como la percepción, la memoria, el lenguaje, el pensamiento y la atención. De esta forma, los experimentos y las teorías se retroalimentan al intentar entender la naturaleza y complejidad de la mente, lo que a su vez otorga a las ciencias cognitivas su propia cientificidad.

En 1977, Allan Collins se refirió a las ciencias cognitivas como una comunidad de científicos que intentan abordar problemas de la inteligencia natural y la Inteligencia Artificial; por ejemplo, la representación del conocimiento, el entendimiento del lenguaje, la percepción, las inferencias, el aprendizaje y la resolución de problemas.⁴⁰

Por su parte, Herbert Simon afirmó en 1980 que la ciencia cognitiva no sería una nueva disciplina hasta que hubiera claridad sobre un mismo propósito; más bien, había que hablar de las “ciencias cognitivas”, en plural, como un campo de comparación y cooperación entre diferentes disciplinas en temas relacionados con la mente, el cerebro y la conciencia. En este sentido —agregaría—, lo que hacía a las ciencias cognitivas un campo fértil para la investigación eran precisamente las prácticas científicas interdisciplinarias y la comunicación interdisciplinaria, todo ello dentro del paradigma de la complejidad de la mente.⁴¹

En resumen, hasta ahora ha quedado sentado a qué nos hemos referido con las prácticas científicas interdisciplinarias, las cuales fueron posibles gracias a los trabajos que realizó la primera generación de tecnocientíficos de la Teoría general de sistemas.

Hemos hecho notar el contexto histórico en el que surge la Teoría general de sistemas, además de comentar que a la fusión entre ciencia y tecnología se le denomina “tecnociencia”.

³⁸ Thagard, “Cognitive Science”.

³⁹ Thagard, “Cognitive Science”.

⁴⁰ Greco, “Cognitive Science and Cognitive Sciences”.

⁴¹ Greco, “Cognitive Science and Cognitive Sciences”.

Hasta ahora, la epistemología de la cibernética de primer orden se caracteriza por la relación entre sujeto y objeto, donde el sujeto (o una máquina) puede representarse la realidad por medio de signos o de imágenes, de tal forma que, al procesar esos signos e imágenes, puede llegar a generar una respuesta hacia su entorno.

Ahora bien, podemos considerar el salto de la cibernética de primer orden a la cibernética de segundo orden, gracias a la atención que se le da al observador. Para ello, los estudios científicos de la mente y la cognición adquieren gran relevancia en la cibernética de primer orden, más allá de la relación humano-máquina que ya se encontraba en la agenda de la Inteligencia Artificial desde la década de 1950.

Para hablar de la cibernética de segundo orden hay que retomar al biólogo Francisco Varela en su libro *Conocer*, en el que da cuenta del desarrollo de las Ciencias y Tecnologías de la Cognición (CTC) y desarrolla un nuevo enfoque que denominó *enactivo*, punto intermedio entre los enfoques cognitivista y conexionista que ya se habían desarrollado plenamente desde la Inteligencia Artificial y la cibernética de primer orden.⁴²

CIBERNÉTICA DE SEGUNDO ORDEN O SISTEMAS OBSERVADORES

Toda imagen del mundo es y sigue siendo una construcción de su propia mente; su existencia no puede ser probada de otra manera.

Erwin Schrödinger⁴³

133

En el terreno de la cibernética de segundo orden, Heinz von Foerster fue uno de los principales exponentes. La cibernética de segundo orden se caracteriza principalmente por activar el papel del sujeto (como observador) en la construcción de la realidad que observa; es decir, la cibernética de segundo orden toma en cuenta la acción y la percepción —en constante interdependencia— entre la estructura neuronal interna del observador y la experiencia que este va construyendo junto con otros observadores. A esta perspectiva se le denomina “constructivismo radical”, y básicamente lo que resalta es el “acoplamiento estructural” entre el sistema cognitivo y su entorno.

El constructivismo, como su nombre lo indica, rompe radicalmente con la “teoría de la correspondencia” del realismo metafísico —el cual afirma que hay una relación directa entre sujeto y objeto y que esta relación no toma en cuenta los mecanismos por los que se encuentra mediatizada la percepción—; asimismo, pasa a un segundo término la idea de representación de la realidad.

⁴² Francisco Varela. *Conocer. Las ciencias cognitivas: Tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales*. Barcelona: Gedisa, 1990.

⁴³ Erwin Schrödinger. *Mente y materia*. Barcelona: Tusquets, 1983.

Según esta nueva perspectiva, ya no tiene sentido la pregunta ¿qué es la realidad?, sino más bien ¿cómo construyen los observadores su realidad? En el cambio de sentido de las preguntas anteriores, se puede notar un giro epistemológico entre lo que hemos descrito como cibernética de primer orden y el nuevo enfoque de la cibernética de segundo orden.⁴⁴

El cambio epistemológico lo explica muy bien Heinz von Foerster en su artículo “Por una nueva epistemología”: “Una epistemología de sistemas observadores y no [...] una epistemología de sistemas observados. Ciertas cosas cambian radicalmente con el punto de vista constructivista: algunas propiedades que se suponía que radicaban en las cosas, más bien radican en el observador”.⁴⁵ Pensemos en cómo la percepción de los colores o nuestra capacidad de ver colores, de escuchar sonidos, de oler, etcétera, nos posibilitan percibir de “cierta forma” nuestro entorno.⁴⁶

EL ENFOQUE ENACTIVO, EL PUNTO INTERMEDIO ENTRE COGNITIVISMO Y CONEXIONISMO

El enfoque cognitivo, desde la cibernética de primer orden, fue observado por el biólogo Francisco Varela, quien fue testigo de la revolución epistemológica entre la cibernética de primer orden (enfoques cognitivista y conexionista) y la cibernética de segundo orden (enfoque enactivo).

En el enfoque cognitivista se rescatan los símbolos que son utilizados para satisfacer, en un nivel semántico o representacional, la necesidad que sea de naturaleza física; se respeta el sentido “literal” de estos símbolos y no se

⁴⁴ En el terreno de las ciencias humanas, el observador pone de relieve —como Kant ya lo había hecho notar— que lo observado no es independiente del observador y que el observador co-determina lo observado. Javier Torres Nafarrate. “El sentido como ‘la diferencia específica’ del concepto de observador en Luhmann.” En Javier Torres Nafarrate y Darío Rodríguez Mansilla (eds.), *La sociedad como pasión. Aportes a la teoría de la sociedad de Niklas Luhmann*. México: Universidad Iberoamericana, 2011: 299-334.

⁴⁵ Según el enfoque constructivista, “cada vez que surge la pregunta de si algo es inventado o descubierto, entonces el constructivista es identificable o será reconocido como aquel que tiende a responder: Esa cosa ha sido inventada.” Foerster menciona que “esta posición puede ser rastreada desde los filósofos presocráticos, pasando por el Renacimiento, Giambattista Vico y otras grandes cabezas”. Heinz von Foerster. “Por una nueva epistemología”. *Metapolítica* 2, núm. 8 (1998): 629-638.

⁴⁶ Torres Nafarrate explica muy bien que, en una teoría del conocimiento —desde la cibernética de segundo orden— la pregunta fundamental sobre la realidad ya no es en relación con un sujeto que conoce objetos de la realidad (de cualidad ontológica) independiente de él, sino en relación con las estructuras perceptuales de un observador que experimenta en el conocer de la vida cotidiana. En este sentido, el conocimiento sirve para organizar el propio mundo y no para descubrir la realidad. Torres Nafarrate, “El sentido como ‘la diferencia específica’”, 302.

toma en cuenta el “sentido común” con que el observador selecciona sus supuestos observables.⁴⁷

Por su parte, el enfoque conexionista, como su nombre lo indica, parte de un modelo sobre las conexiones entre neuronas. Si bien el conexionismo ya comenzaba a tomar en cuenta las observaciones del agente registradas por el cerebro, dicho enfoque presentó dificultades para dar cuenta del número de conexiones neuronales que el cerebro registra simultáneamente. Fue así que el conexionismo no logró dar el salto hacia el reconocimiento de elementos que se encuentran más allá del cerebro, en el entorno del observador, y que son importantes para este, como sí lo hiciera el enfoque enactivo de Varela y Maturana.⁴⁸

Varela, tanto en su fase temprana de estudio de los sistemas autoorganizativos —la perspectiva simbólica cognitivista— como en su etapa conexionista —el estudio de la emergencia de interconexiones en las redes neuronales—, estuvo siempre abierto a abarcar una mayor variedad de dominios cognitivos. Para él, se trata de una modalidad mixta o de una asociación fructífera entre un cognitivismo menos ortodoxo y una visión emergentista (conexionista).⁴⁹

El término de “enacción” es un anglicismo, derivado de *enact* —literalmente, ‘representar’ o ‘promulgar’—: la forma “enactuada” es la acción/interpretación de los seres humanos en el acto mismo de conocer. El enfoque enactivo permite comenzar a observar la acción del individuo en relación intrínseca con la cultura y la evolución, al retomar los símbolos impresos en la cultura.⁵⁰

Varela menciona que los fenomenólogos se han explayado explicando por qué el conocimiento se relaciona con el hecho de estar en un mundo que resulta inseparable de nuestro cuerpo, nuestro lenguaje y nuestra historia, para lo cual es una cuestión de acción e historia, ya que no podemos plantarnos fuera del mundo donde nos hallamos para analizar cómo su contenido concuerda con las representaciones: estamos siempre inmersos en él, arrojados en él, es por ello

⁴⁷ Varela, *Conocer*.

⁴⁸ Metodológicamente, el modelo conexionista ha sido de gran ayuda para que los investigadores construyan modelos artificiales sobre redes neuronales.

⁴⁹ Humberto Maturana y Francisco Varela. *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del entendimiento humano*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 1994, 86.

⁵⁰ Asimismo, el concepto de “enacción” le permitió a Francisco Varela retomar el enfoque fenomenológico referente al sentido común del ser humano, el cual se encontraba vedado en las dos tradiciones anteriores del cognitivismo y del conexionismo. La fenomenología permite plantear las cuestiones relevantes que van surgiendo de cada momento de la vida, en el acto mismo de conocer, ya que no son predefinidas sino “enactuadas”; es decir, se les hace emerger desde un trasfondo de posibilidades (horizonte de posibilidades), y lo relevante es aquello que nuestro sentido común juzga como tal, siempre dentro de un contexto determinado, que es lo que permite construir y seleccionar experiencias. Varela, *Conocer*, 88.

que el contexto y el “sentido común” no son artefactos residuales que se puedan eliminar progresivamente mediante el descubrimiento de reglas más elaboradas. Constituyen la misma esencia de la cognición *creativa*.⁵¹

El enfoque enactivo hace énfasis en la codeterminación del mundo y las leyes internas del organismo, no solo como espejo, sino como emergencia de un acoplamiento estructural, como un organismo que construye mundos en vez de reflejarlos.⁵² En el enfoque enactivo es importante destacar la emergencia, construcción y representación entre el sistema y su entorno; es decir, un acoplamiento estructural que proviene de la codeterminación del mundo. Con las leyes internas del organismo, es necesario tomar en cuenta cómo “el sistema mismo hizo emerger formas desde un indefinido trasfondo de posibilidades” que se dotaron de sentido.⁵³

Es necesario concluir este apartado especificando que, para el enfoque enactivo, la cognición es la acción efectiva; es decir, es una historia del acoplamiento estructural que enactúa con su entorno, para hacer emerger un mundo dotado de sentido y formas, el cual funciona como sistema, a través de una red de elementos interconectados (sistema/entorno) capaces de realizar cambios estructurales durante una historia ininterrumpida; esto permite la evolución del propio sistema.⁵⁴

Es así como el enfoque enactivo va un paso más allá del cognitivismo ortodoxo y del conexionismo, pues no se centra principalmente en la meta de representar al mundo, sino que, más bien, trata de comprender los sistemas vivos desde un enfoque más integral y abarcador en temas cognitivos; es decir, intenta relacionar estrechamente el sistema con el entorno en el acto mismo del “conocer”.

CONCLUSIONES

Primero se observó la forma en que el paradigma de la complejidad y la Teoría general de sistemas (cibernética de primer orden) trascendió fronteras disciplinarias.

Posteriormente se hizo énfasis en que la primera generación de científicos que participaron en el desarrollo de sistemas computacionales durante la Segunda Guerra Mundial realizó avances tecnológicos que serían aplicados, en el periodo de posguerra, en un nivel social, específicamente con el

⁵¹ Varela, *Conocer*, 95-96.

⁵² Varela, *Conocer*, 102-108.

⁵³ Varela, *Conocer*, 105.

⁵⁴ Varela, *Conocer*, 109.

uso de computadoras, teléfonos y en general aplicados a los medios de comunicación.⁵⁵

Mencionamos cómo en la primera generación de la Teoría general de sistemas había un enfoque objetivo; esto quiere decir que había una distinción tajante entre sujetos y objetos y, por lo tanto, entre humano y máquina.

Tomando como base y fundamento los avances computacionales de la cibernética de primer orden, las ciencias cognitivas emergieron como un híbrido de distintas áreas del conocimiento, encaminadas al estudio de la complejidad de la mente y la inteligencia, lo que indica que en la Inteligencia Artificial el objetivo es construir modelos basados en las capacidades cognitivas humanas.

De esta manera, las ciencias cognitivas se han fortalecido gracias a la pluralidad teórica y metodológica de las disciplinas que las conforman. Podemos indicar que las ciencias cognitivas emergieron como resultado de las disciplinas que ya la Teoría general de sistemas había echado a andar. En este sentido, las ciencias cognitivas no se institucionalizaron en una sola disciplina, sino que más bien respondieron desde sus inicios a la comunicación e investigaciones interdisciplinarias.

Si tomamos en cuenta el desarrollo histórico científico y tecnológico en el que se inscriben las ciencias cognitivas —como lo hemos hecho hasta ahora—, podemos argumentar que existe evidencia teórica para descubrir por qué las ciencias cognitivas no han tenido la necesidad de institucionalizarse como otras disciplinas, entendiendo la institucionalización, por ejemplo, como la creación de planes y programas de estudio en el nivel de licenciatura. Más bien, las prácticas científicas interdisciplinarias que los investigadores realizan desde su propio centro de investigación han sustentado el desarrollo y funcionamiento de las mismas.⁵⁶

Lo anterior ha permitido que las teorías, modelos y metodologías que han surgido en las ciencias cognitivas desde la década de 1950 no desaparecieran bajo el dominio de un solo paradigma científico, sino que más bien se diera a la par el desarrollo de un pluralismo epistémico, en el que los investigadores retoman teorías, modelos, evidencia empírica y metodologías que no son propios de su disciplina para estar actualizados sobre sus temas de interés y así nutrir sus investigaciones. Entonces, la investigación interdisciplinaria en

⁵⁵ Cabe mencionar que a la aplicación de los avances tecnológicos y su impacto en la sociedad —es decir, a la relación estrecha entre ciencia, tecnología y sociedad— se le denominó “tecnociencias”.

⁵⁶ Los avances que se dan en las Ciencias Cognitivas se discuten en conferencias, coloquios, seminarios y talleres, con base en temas sobre aspectos cognitivos de la mente y de la inteligencia. En estos eventos pueden llegar a confluir investigadores de distintas disciplinas y hay un entendimiento común aun cuando no todos tengan la misma formación disciplinar.

la que se adscriben las ciencias cognitivas, así como las prácticas científicas interdisciplinarias que hacen posible su funcionamiento e institucionalización, garantizan un pluralismo epistémico en las ciencias.

La evidencia del pluralismo epistémico son los enfoques que surgen desde la cibernética de primer orden (relación entre sujeto y objeto) y la cibernética de segundo orden (la relación entre observador y observado); ambos enfoques epistemológicos subsisten en las ciencias cognitivas.

Pluralismo epistémico en las Ciencias Cognitivas

Cibernética	Epistemología	Realismo	Disciplinas en las Ciencias Cognitivas	Características
Cibernética de primer orden Sistemas objetuales	Relación sujeto cognoscente / objeto por conocer.	La realidad se representa.	-Inteligencia Artificial -Antropología -Filosofía -Lingüística -Neurociencias -Psicología	-La realidad se representa por medio de signos y símbolos.
Cibernética de segundo orden Sistemas observadores	Relación entre el observador (como sistema) y otros sistemas a los que observa.	La realidad se construye.	-Antropología -Filosofía -Lingüística -Neurociencias -Psicología -Sociología	-Carga teórica de la observación; se toma en cuenta la experiencia del observador. -La actividad neuronal es parte de la observación, que no necesariamente es representacional. -Los sistemas se encuentran acoplados a sus respectivos entornos.

Fuente: Elaboración propia.

Toda vez que los científicos hacen converger los límites entre las disciplinas —ya sea por la conexión entre conceptos o categorías, por modelos teóricos o corrientes epistemológicas y metodológicas—, estamos hablando de prácticas científicas interdisciplinarias, pero en el caso particular de las ciencias cognitivas la convergencia es para dar cuenta de la complejidad de la mente y de la inteligencia.

El científico, al buscar investigaciones, experimentos, conceptos, metodologías y modelos teóricos en otras disciplinas, crea puentes que abren la posibilidad de dialogar con otros investigadores. Es importante hacer notar que el diálogo puede ser para estar de acuerdo o en desacuerdo con dichas perspectivas; por ejemplo: en las ciencias cognitivas, el diálogo entre los científicos representacionistas y los anti-representacionistas ha abierto debates importantes para comprender el funcionamiento de los procesos cognitivos en su conjunto (percepción, atención, lenguaje, memoria y pensamiento).

BIBLIOGRAFÍA

- Bertalanffy, Ludwig von. *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica, 2000.
- Esteban, Miguel y Sergio Martínez (eds). *Normas y prácticas en la ciencia*. México: UNAM-Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2008.
- Farías, Ignacio y José Ossandón (eds.). *Observando sistemas. Nuevas apropiaciones y usos de la teoría de Niklas Luhmann*. Santiago de Chile: RIL Editores / Fundación Soles, 2006.
- García, Rolando. *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: Gedisa, 2008.
- Gigch, John P. van. *Teoría general de sistemas*. México: Trillas, 1997.
- González Casanova, Pablo. *Las nuevas ciencias y las humanidades: De la Academia a la Política*. Barcelona: Anthropos, 2004.
- Kuhn, Thomas. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica, 2004.
- Luhmann, Niklas. *Introducción a la Teoría de Sistemas*. México-Barcelona: Universidad Iberoamericana / ITESO / Anthropos, 1996.

Luhmann, Niklas. *Sistemas sociales. Lineamientos para una teoría general*. Barcelona: Anthropos / Universidad Iberoamericana / Centro Editorial Javeriano, 1998.

Maturana R., Humberto y Francisco Varela G. *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del entendimiento humano*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 1994.

Schrödinger, Erwin. *Mente y materia*. Barcelona: Tusquets, 1983.

Torres Nafarrate, Javier. "El sentido como 'la diferencia específica' del concepto de observador en Luhmann." En Javier Torres Nafarrate y Darío Rodríguez Mansilla (eds.), *La sociedad como pasión. Aportes a la teoría de la sociedad de Niklas Luhmann*. México: Universidad Iberoamericana, 2011: 299-334.

Varela, Francisco. *Conocer. Las ciencias cognitivas: Tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales*. Barcelona: Gedisa, 1990.

Watzlawick, Paul y Peter Krieg (comps.). *El ojo del observador. Contribuciones al constructivismo*. Barcelona: Gedisa, 1995.

REVISTAS

Beriain, Josetxo. "Niklas Luhmann, in Memoriam." *Estudios Políticos*, no. 21 (mayo-agosto de 1999): 15-22.

Brandt, Patric et al. "A review of transdisciplinary research in sustainability science." *Ecological Economics* 92 (agosto de 2013): 1-15.

Echeverría, Javier. "La revolución tecnocientífica." *CONfines* 1, no. 2 (agosto-diciembre de 2005): 9-15.

Foerster, Heinz von. "Por una nueva epistemología." *Metapolítica* 2, no. 8 (1998): 629-641.

Greco, Alberto. "Cognitive Science and Cognitive Sciences." *Journal of Cognitive Science* 13 (2012): 471-485.

Morin, E. "Librarius", reseña de Leonardo G. Rodríguez Zoya (coord.), *La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina* t. I. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, año 22, no. 78 (julio-septiembre de 2017): 163-164.

Rodríguez de Romo, Ana Cecilia, Atocha Aliseda y Antonio Arauz. "Medicina y lógica: el proceso diagnóstico en neurología." *Ludus Vitalis, Revista de Filosofía de las Ciencias de la Vida* 16, no. 30 (2008): 135-163.

Rouse, Joseph. "Kuhn's Philosophy of Scientific Practice." en Thomas Nickles (ed.), *Thomas Kuhn*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003, 101-121.

PÁGINAS DE INTERNET

Brain and Cognitive Science (sitio web del Massachusetts Institute of Technology), <https://bcs.mit.edu/research/cognitive-science>.

Rescorla, Michael. "The Computational Theory of Mind." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2020 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/computational-mind/>.

Thagard, Paul. "Cognitive Science." *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2019 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/spr2019/entries/cognitive-science/>.