

Hacia la síntesis de conocimientos

Interdisciplina, transdisciplina y complejidad

Towards the synthesis of knowledge

Interdiscipline, transdiscipline and complexity

Enrique Luengo González*

Resumen

El escrito intenta hacer un rápido recorrido por las diferentes tentativas que se han propuesto para enlazar los conocimientos científicos y disciplinares. Parte de la hipótesis de que existe una marcada tendencia en el desarrollo científico contemporáneo que, sin abandonar la especialización, va poniendo cada vez más el acento en la síntesis que en el análisis. Esta tendencia ha impulsado una mayor inter y transdisciplinariedad en los diversos campos del saber científico, incluidos, desde luego, en las ciencias políticas y sociales. Este ensayo describe algunos de los intentos más relevantes de articulación o unificación de las ciencias suscitados a lo largo del siglo pasado y lo que va del presente y ahonda en una de las propuestas más prometedoras actualmente, la emergencia de la complejidad.

Palabras clave: interdisciplina, transdisciplina, complejidad, unificación de las ciencias, articulación de las ciencias.

Abstract

The paper tries to make a quick tour of the different attempts that proposed to link scientific and disciplinary knowledge. The central thesis is that there is a marked tendency in the contemporary scientific development that, without abandoning specialization, is increasing synthesis, rather than analysis. This trend has led to greater inter and transdisciplinary in the various fields of scientific knowledge, including, of course, in political and social sciences. This essay describes the most relevant attempts at articulation or unification of the sciences raised during the last century and the present and delves in one of the most promising proposals at present, the emergence of complexity.

Keywords: interdiscipline, transdiscipline, complexity, unification of the sciences, articulation of the sciences.

*Profesor numerario del ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara, México. Doctor en Ciencias Sociales por la Universidad Iberoamericana, Ciudad de México. Forma parte del Equipo Coordinador de la *Red InComplex. Red Internacional sobre Problemas, Pensamiento y Sistemas Complejos*. Ha sido director del Departamento de Ciencias Sociales y Políticas (1985-1989) y coordinador de Investigación en la Universidad Iberoamericana (1989-1991); rector de la Universidad Latina de América en Morelia por tres periodos (1991-2003); jefe del Centro de Investigación y Formación Social (2003-2005), y director de Integración Comunitaria (2005-2011) en el ITESO. Actualmente colabora como director y lector de tesis en el Doctorado Interinstitucional de Educación en el Sistema de Universidades Jesuitas. ORCID: 0000-0002-8715-8606.

luengo@iteso.mx

Fecha de recepción: 14 de mayo de 2019. Fecha de aceptación: 10 de octubre de 2019.



Introducción

Desde los últimos decenios del siglo xx presenciamos una creciente diversidad de propuestas para pensar y conocer de manera más interrelacionada los fenómenos y procesos de nuestra realidad. Así, escuchamos hablar con mayor o menor frecuencia de multi, pluri, poli, ínter, trans, post, exo, co y circundisciplinariedad; también, de conocimiento sistémico, integral, holista, complejo; o de diversas experiencias de retroalimentación entre tipos de conocimientos tales como diálogo de saberes, multi e intercultural, ciencias de frontera, hibridación, interciencias, entre otras cosas (Lenoir, 2013: 61 y 62; Pombo, 2013: 36 y 37).

Este fuerte impulso hacia la confluencia de diversas fuentes de conocimientos no es trivial, más bien tiene un profundo significado, pues implica nuevos conceptos y metodologías, búsquedas y respuestas; así también, como consecuencia, una invitación a la reorganización de la manera como se produce y transmite el conocimiento en las instituciones académicas y centros de investigación.

Con el presente escrito se intenta hacer un rápido recorrido por las diferentes tentativas que se han propuesto, durante los últimos cien años, para enlazar los conocimientos científicos y disciplinares. La premisa básica que guía esta presentación consiste en afirmar que existe una marcada tendencia en el desarrollo científico contemporáneo que va mudando de énfasis, pasando del *análisis* a la *síntesis*. Es decir, estamos transitando del estudio de los *objetos* relativamente aislados y delimitados, por la manera como se ha desarrollado e institucionalizado la ciencia, al abordaje de *problemas* y búsqueda de alternativas de solución, que exigen integración o complementariedad entre distintos campos del saber científico.

Esta tendencia, como veremos, ha ido promoviendo una mayor ínter y transdisciplinariedad, lo cual no significa el

abandono de los avances de los conocimientos disciplinares especializados. De hecho, gran parte de la especialización y subespecialización al interior de las disciplinas es también producto de intercambios e hibridaciones, del trabajo entre fronteras de las disciplinas y del surgimiento de nuevas preguntas generadas a partir de diálogos entre visiones disciplinares diversas. Dicho en pocas palabras, existe una dialéctica entre el análisis y la síntesis, entre el desarrollo de las disciplinas y sus confluencias.

En este ensayo, después de proponer algunos supuestos y premisas iniciales en torno a las tendencias que se observan en el proceder científico contemporáneo, describo los intentos más relevantes de articulación o unificación de las ciencias suscitados a lo largo del siglo pasado y lo que va del presente. Finalmente, ahondo en una de las propuestas más prometedoras actualmente: la emergencia de la complejidad, la cual tiene diversas vertientes que convocan al diálogo de las ciencias, disciplinas, e incluso de otros saberes no científicos.

Hacia una nueva visión sintética de los conocimientos científicos

Bien sabemos que el conocimiento de antaño, el de la Grecia clásica y del humanismo del Renacimiento, no estaba dividido. El conocimiento se pretendía alcanzar en su unidad y, por tanto, se estudiaba en su armoniosa articulación. Las filosofías en búsqueda de explicaciones unificadas de la realidad y la cosmovisión teológica del orden divino cristiano eran los fundamentos que sostenían esta pretensión.

A partir del siglo XVI se empieza a incrementar la atención al estudio de las partes del conjunto de la realidad, es decir, aparece la especialización del conocimiento y, con ello, el surgimiento del saber científico especializado. Tendencia



que fue convirtiéndose en la forma dominante de conocer con el correr del tiempo (Thompson, 1990: 19 y 20).

El multicitado precepto establecido por René Descartes (1596-1650), en su *Discurso del método* (1637), resume el énfasis científico encaminado al *análisis*: “dividir cada una de las dificultades” en el proceso de conocer, a fin de examinar cada dificultad, “en tanto parcelas como sea posible y que se requiera para resolverlas mejor” (citado por Vilar, 1997: 48 y 49). La ciencia, por tanto, fue avanzando en la separación de lo que viene junto, la reducción del conjunto, la simplificación de lo complejo.

La especialización de las ciencias se acentuó durante el siglo XIX. Esta fragmentación del saber científico tuvo diversos significados y consecuencias en la manera de comprender y actuar sobre el mundo, pues bien sabemos que la manera como se produce, organiza y consume el conocimiento responde a los intereses y las diferentes estrategias de poder dirigidas a la apropiación del mundo y de la naturaleza. Así, por ejemplo, el modelo de racionalidad dominante de la lógica del capitalismo impulsó una manera reductiva, descontextualizada, cuantitivistista y simplista de hacer ciencia y de privilegiar ciertas aplicaciones tecno-científicas.

Sin embargo, a pesar del énfasis en el estudio del *análisis* de las partes de la realidad, entre el siglo XVI y el XIX hubo quienes insistieron y se preocuparon por las consecuencias derivadas del conocimiento parcial de la ciencia o de la pérdida de las comprensiones del conjunto de la realidad a las que conducía la fragmentación del conocimiento. Tales son los casos de la oposición temprana de Blas Pascal (1623-

1662),¹ Giambattista Vico (1668-1744)² o de los enciclopedistas franceses (encabezados por Jean le Rond d'Alembert, André le Breton y Denis Diderot en el siglo XVIII) y, en el siglo XX, por señalar algunos ejemplos: Paul Valery (1871-1945),³ Gastón Bachelard (1884-1962), Jean Piaget (1889-1980) y Gregory Bateson (1904-1980) (Le Moigne, 2005, 2007). En esta historia no habría que olvidar a Emmanuel Kant (1701-1804), quien estableció la distinción entre los juicios analíticos y sintéticos.

En pocas palabras, la resistencia al *análisis* —el separar, reducir y simplificar como única actividad cognitiva que omite el volver al conjunto— y la búsqueda de un conocimiento más y mejor articulado siempre ha estado presente en el devenir de la ciencia.

Es en la última tercera parte de la pasada centuria y, particularmente, en lo que va del presente siglo que nos encontramos ante un movimiento complementario a la especialización, que era lo que había venido dominando como prioridad en el trabajo científico de los últimos siglos:

1. Blaise Pascal, por ejemplo, escribió su conocido y multicitado genial párrafo: "Las partes del mundo guardan entre sí una relación tal y una tal concatenación las unas de las otras, que creo imposible conocer sin la otra y sin el todo", y más adelante continúa: "Siendo, pues, todas las cosas causadas y causantes, ayudadas y ayudantes, mediatas e inmediatas, y manteniéndose todas por un nexo natural e insostenible que liga las más alejadas y las más diferentes, tengo por imposible conocer las partes sin conocer el todo, así como conocer el todo sin conocer particularmente más partes (1992: 26).

2. "En el *Discurso sobre el método de estudio de nuestro tiempo*, donde G. Vico propone en 1708, de manera explícita, a los estudiantes europeos de su época una alternativa al *Discurso del método para conducir la razón* de R. Descartes (1637)... señala Vico: "el método [cartesiano] niega el ingenio (*ingenium*), esa extraña facultad del espíritu humano que es el religar, y el *ingenium* es dado a los humanos para comprender, es decir, para hacer". Vico propone una "reforma del entendimiento, actualmente diríamos que propone sustituir un método analítico (Descartes), por un método sistémico (Le Moigne: 2005: 421 y 432).

3. Paul Valery, uno de los pensadores más lúcidos de mitad del siglo XX, se oponen a la ciencia positiva e invita a un pensamiento vivo y vivificante donde "todo va unido". Valery afirma, por ejemplo: "la organización, el caos organizado, la acción organizadora son inseparables" (citado por Le Moigne: 2005: 421).



el movimiento hacia la *síntesis* de las ciencias y disciplinas (Pombo, 2013: 27 y 28).

Si bien no es el propósito de este escrito, tendríamos que preguntarnos cuáles son las condiciones del contexto social que están detrás de este nuevo interés por la *síntesis*. ¿Es el proceso de globalización, de interconexiones cada vez más aceleradas y de la mundialización tecno-económica de la dominación capitalista en su nueva faceta la que requiere de conocimientos mejor entrelazados y contextualizados? O también ¿es el interés emancipatorio de diversos grupos sociales quienes ante las crisis actuales buscan nuevas respuestas a las problemáticas contemporáneas, a partir de conocimientos mejor entrelazados, diálogos de saberes y nuevos paradigmas? Respondiendo estas preguntas en pocas palabras, diría que el interés por la *síntesis* responde tanto al interés de la dominación como el de la emancipación. Hay un interés sobre la ínter y la transdisciplina, así como sobre la complejidad, en los centros políticos y financieros mundiales, las grandes corporaciones transnacionales, la industria militar o la carrera aeroespacial, al igual que existe el mismo interés con propósitos emancipatorios en los estudios ambientales, las dinámicas socioeconómicas territoriales o el abordaje de otros problemas complejos que requieren de diversos conocimientos y miradas donde se dan enfrentamientos, antagonismos, entrecruzamientos y complementariedades entre diversos grupos sociales.

Dos énfasis en el proceder histórico de la ciencia

En resumen, si bien el pasado, a partir del surgimiento de las ciencias modernas, privilegió el *análisis* como el canon o modelo de hacer ciencia, lo cual permitió a las distintas ciencias importantes descubrimientos y aplicaciones, las cosas han empezado a cambiar desde hace algunos decenios. El *análisis* significó dividir, separar, fragmentar o partir los objetos de conocimiento y en esa división descuidó el reunir,

volver a integrar, dar cuenta del conjunto de lo separado. Tal como escribe Carlos Maldonado:

En contraste, como un aspecto constitutivo de la ciencia de punta hoy en día, cabe resaltar que estamos comenzando a hacer el aprendizaje de otra forma de pensamiento perfectamente distinta al *análisis*. Se trata de la *síntesis*. Una forma genérica de acercarse a esta nueva manera de pensar es como interdisciplinariedad. Pensar —y vivir!, por tanto, como *síntesis* [...] (2015: 27).⁴

De manera clara y sencilla, el autor antes mencionado representa los periodos de énfasis del *análisis* y de la *síntesis* de la ciencia en el siguiente esquema:

Cuadro 1
Etapas de énfasis del proceder de las ciencias

<i>Pasado</i>	<i>Presente</i>	<i>Futuro</i>
Ciencia	Interdisciplinariedad	Complejidad
Objetos	Áreas o campos	Problemas

Fuente: Maldonado, 2015: 30.

En el pasado cada una de las ciencias delimitaba sus objetos y los consideraba como propiedades. Así, la ciencia política, sociología, antropología, biología o física, por ejemplo, definían sus ámbitos exclusivos de conocimiento. Recordemos que se afirmaba que una ciencia para ser definida como tal, necesitaba definir su propio objeto, teoría y método.

Posteriormente, hacia mediados del siglo pasado surgió con mayor fuerza la interdisciplinariedad —si bien siempre había estado presente— y con ella aparecieron los estudios de áreas o campos, tales como los llamados estudios étnicos, de género o culturales; de áreas internacionales o regionales, del medioevo o de otros periodos históricos; o de

4. Las cursivas son mías.



campos como el cáncer, la gerontología, la criminalística; o agrupamientos de ciencias como ciencias cognitivas, de materiales, de la información, del espacio, de la vida, de la tierra, etc. (Thompson, 1999: 15-18). Estos nuevos ámbitos, así delimitados, implicaron un mayor trabajo de diálogo multi, ínter y transdisciplinar entre ciencias y disciplinas.

Actualmente, si bien se continúa trabajando en la especialización y subespecialización, multiplicándose así la creación de nuevos ámbitos científicos y disciplinares, también se avanza en la construcción ínter y transdisciplinar.⁵ Recordemos, tal como señalamos, que una no avanza sin la otra, ya que ambos procesos se implican en su desarrollo.

Lo que destaca en el ámbito del conocimiento científico en lo que llevamos en el siglo XXI, es que cada vez más las ciencias como *síntesis* trabajan con problemas y con la búsqueda de respuestas a esos problemas, no con objetos, áreas o campos de conocimientos. Por ello, afirma Maldonado:

5. Existen un largo y amplio debate sobre el concepto de interdisciplina y el de transdisciplina (Cf. Apostel (1983), Hirsch et al. (2008), Morin (1990), Piaget (1972), Pohl (2007), Pombo (2013), Thompson Klein (1990, 2001), Luengo (2012)). Desafortunadamente no podemos exponer sus diversas connotaciones dado el espacio disponible. Sin embargo, para los propósitos de este escrito entiendo la *interdisciplina* como un proceder para integrar diversas aportaciones conceptuales y metodológicas en busca de ofrecer una respuesta a un objeto, proceso o problema. Los involucrados en las investigaciones interdisciplinares suelen partir de una pregunta común y un marco de referencia básico compartido, aunque no necesariamente siempre sucede así. De esta manera, los participantes, al compartir un mismo propósito o pregunta, buscan respuestas al problema planteado en sus campos disciplinares, empleando sus recursos teóricos y metodológicos, pero intentando integrarlo en el conjunto de potenciales respuestas. El resultado es un enfoque integrador que amplía los dominios o capacidad de respuesta de cada una de las disciplinas particulares participantes.

Por su parte, la *transdisciplina* implica, además, no sólo el proceso de construcción de un nuevo saber —no perteneciente previamente a ninguna disciplina en particular—, sino la intención de transformar la realidad ofreciendo alternativas u otras posibilidades de solución a nuestros problemas. Con esta intención, la transdisciplina exige la necesaria y urgente colaboración con otros saberes no disciplinares, es decir, con el *saber hacer* y *conceptual* de otros grupos sociales involucrados en la solución del problema (Luengo, 201: 347-349).

Los científicos actuales no se definen a partir de objetos de trabajo ni en la identificación de las áreas y campos en que trabajan. Más exacta y radicalmente, se definen en función de los problemas sobre los que trabajan; esto es, literalmente, de los problemas que identifican, de los problemas que formulan, de los problemas que resuelven (2015: 37).

Al trabajar en la *síntesis*, los nuevos avances científicos implican diálogo, aprendizaje recíproco, interacción, y también cada vez más, complejidad, es decir, requieren de una nueva mirada para abordar las intrincadas e interretroactivas problemáticas de la realidad. Sobre este tema profundizaremos más adelante.

Tendencias y desafíos en la articulación de la ciencia

El llamado progreso o avance en el conocimiento no es acumulativo ni se desenvuelve linealmente. Este aspecto ha sido demostrado por diversos historiadores y sociólogos de la ciencia, por lo que no quisiera detenerme en este punto, sólo me interesa recalcar que hay quiebres, saltos y retrocesos en la tendencia general de la ciencia que he descrito en el anterior apartado.⁶

[...] son dos las formas como el conocimiento y las ciencias avanzan efectivamente. De un lado, como revolución, ruptura, quiebre y discontinuidad. Los estudios al respecto son ya clásicos y amplios. Y, de otra parte, como síntesis. Sólo que la síntesis no es un agregado de cosas; es el resultado emergente, literalmente no-lineal, respecto al *input* inicial (Maldonado, 2015: 94).

Dicho de otra manera, no se pasa linealmente de una etapa del *análisis* a una de la *síntesis*, como tampoco se avanza

6. De querer profundizar en este tema, pueden consultarse las obras clásicas de Tomas Kuhn, Alexandre Koiré u otros, o bien leer el sencillo y breve capítulo de Carlos Maldonado (2015: 91-95), XI “Revolución científica, revolución social y cultural”.



en una trayectoria, sin saltos, desarrollos simultáneos y retornos, que va y viene de la ciencia disciplinar a la interdisciplina, transdisciplina y complejidad.

De hecho, los desafíos en el avance del conocimiento han sido y siguen siendo de dos tipos: el desafío del *análisis* y el desafío de la *síntesis*. El primer reto consiste en profundizar en la especialización y subespecialización, pero sosteniendo y articulando este proceso con otro tipo de conocimientos con el propósito de ofrecer más y mejores respuestas ante los problemas que enfrentamos en nuestra convivencia humana y con otros seres vivos del planeta. El segundo, consiste en su complemento, en intensificar el diálogo ínter y transdisciplinar, así como de otros saberes no científicos, para poder abordar problemas y procesos complejos a través de la concurrencia de una serie de conocimientos provenientes de diversas ciencias y disciplinas especializadas.

Sosteniendo el diálogo científico y disciplinar entre los avances del conocimiento especializado y del conocimiento intercomunicado es que podemos pasar del *análisis* de causas y efectos de la ciencia convencional o normal, a visualizar consecuencias y construir alternativas de soluciones innovadoras de fenómenos y procesos complejos, no contempladas anteriormente como respuestas. De esta manera, el conocimiento seguirá avanzando hacia un porvenir abierto en sintonía con la coevolución de la realidad fenoménica (Maldonado, 2016: 176).

La interdisciplina y la transdisciplina: esfuerzos de unificación o articulación del conocimiento

Detengámonos un momento y recordemos cuáles han sido los intentos, a lo largo de la historia de la ciencia moderna, para articular o unificar los conocimientos. Dicho en términos más sencillos, quisiera que nos preguntáramos sobre

las propuestas que han existido para buscar la *síntesis* de los conocimientos científicos.

La sugerencia para la elaboración de este apartado me surgió cuando estaba ojeando un viejo libro sobre filosofía de la ciencia, al cual le tengo estima. El libro en cuestión es de Ludovico Geymonat y se titula: *Límites actuales de la filosofía de la ciencia*, publicado en italiano en 1985 y en español en 1987.⁷ Aclaro que no sigo al pie de la letra la propuesta del autor, sino que modifiqué algunos términos y realicé algunos añadidos para los propósitos del presente artículo. Particularmente, añadí los intentos que se han presentado sobre unificación o articulación de la ciencia en torno a un conjunto de principios epistemológicos compartidos o a partir de un nuevo paradigma de conocimiento.

Si observamos la historia de la ciencia de los últimos dos o tres siglos podemos detectar que se han ofrecido varias propuestas para la unificación de las ciencias desde el siglo XIX. Estos intentos se generaron con la pretensión de entrelazar el conocimiento científico, crecientemente disperso y fragmentado. Estos planteamientos fueron, lo repito, intentos de unificación o articulación, lo que viene a significar, hoy día, ínter y transdisciplina.

- Unificación o articulación por reducción a leyes científicas.
- Unificación o articulación por los lenguajes científicos.
- Unificación o articulación por medio de un método compartido.
- Unificación o articulación a través de la dinámica de la ciencia y la técnica, exigida socialmente.

7. El interesado puede leer el capítulo vi, "El problema de la unificación de la ciencia hoy" y sus apartados: la reducción de una ciencia a otra como primera vía para resolver el problema de la unificación, la unificación de los lenguajes científicos: el fiscalismo, la unificación de las ciencias buscada en la unidad de su método y la unificación dinámica de las ciencias y de las técnicas (Geymonat, 1987: 61-70) para compararlo con lo que aquí escribo.



- Unificación o articulación debido a problemas interdisciplinarios de frontera.
- Unificación o articulación en torno a un conjunto de principios epistemológicos compartidos o un nuevo paradigma de conocimiento.

Figura 1

Diversos intentos de unificación o articulación de los conocimientos



Fuente: elaboración propia.

Es decir, el avance hacia la *síntesis* de los conocimientos de las ciencias y disciplinas se ha intentado a través de distintas estrategias de unificación o articulación: conjuntar y reducir las leyes científicas, uniformar los lenguajes y someter a verificación empírica rigurosa los enunciados, buscar y alinear las ciencias bajo un método compartido, sostener la interdisciplina de las ciencias y las técnicas por medio de la dinámica del conocimiento que busca cada vez mejores respuestas a las necesidades de la sociedad, trabajar en las fronteras o espacios donde se intersectan las ciencias y disciplinas, o bien, a partir de nuevos principios y fundamentos epistemológicos o paradigmáticos que permitan concebir y

actuar en torno al conocimiento de una manera distinta a como convencionalmente se venía haciendo. A continuación expongo brevemente cada uno de estos intentos.

Unificación o articulación por reducción a leyes científicas

Uno de los primeros intentos de vincular las ciencias fue la pretensión de unificar las leyes científicas. Esta atractiva idea partía de una visión monolítica del quehacer científico, la cual consideraba ciertos requisitos indispensables y uniformes para cualquier tipo de ciencias. Por ejemplo, dado que toda ciencia busca explicar alguna parte de la realidad, es factible conocer la regularidad de sus comportamientos, o sea, sus leyes, entendidas como las relaciones entre causas y efectos; si esto es así, también es factible articular las diversas leyes aportadas por las diferentes ciencias.

La propuesta positivista tuvo su auge y sus representantes en diversos ámbitos de la ciencia en el siglo XIX. Sin embargo, esta tentativa tuvo sus dificultades al pretender ligar a las ciencias del mundo inorgánico —leyes de la física y química— con las del mundo orgánico o ciencias de la vida y las encargadas de lo humano-social. De ahí se derivó la discusión de si era posible reducir ciertas leyes de una ciencia a otras —por ejemplo, las sociales o humanas a las psíquicas, éstas a las biológicas y, más aún, éstas a las leyes físico-químicas—. Por ello, se denominó a este primer intento de articulación de la ciencia moderna como *reduccionismo*.

Expresiones de lo anterior formaron parte de las pugnas entre los mecanicistas —impulsores del reduccionismo— y los vitalistas —quienes apelaban a una “fuerza vital” natural de los seres vivos no reductible a la física y química—, y también de los amplios debates entre los científicos de las ciencias físico-naturales y las ciencias del espíritu o de la cultura.



Los esfuerzos interdisciplinarios por esta vía pudiéramos afirmar que aún continúan, tanto buscando leyes universales como articulando regularidades o generalidades empíricas a partir de investigaciones realizadas en variadas ciencias y disciplinas. En el primer caso, pudiéramos mencionar, por ejemplo, a John Gribbin, quien argumenta que el aparente mundo complejo y caótico que presenciamos puede explicarse con sencillas leyes científicas de causa-efecto (2006: 15, 16 y 99). En el segundo, tenemos el conjunto de investigaciones, realizadas desde distintas teorías y enfoques que pretenden enlazar sus resultados parciales sobre, por ejemplo, las causas del cáncer o los factores vinculados al cambio climático, y, así, comprender multidimensionalmente las interrelaciones que se producen como consecuencia del surgimiento de esos fenómenos o procesos.

Unificación o articulación por los lenguajes científicos

La pretensión de avanzar en un conocimiento unificado, ínter y transdisciplinariamente diríamos hoy, pasó, en la primera mitad del siglo xx, de las leyes interconectadas a otra estrategia: la búsqueda de un lenguaje básico común. Las ciencias se topaban con el problema de que expresaban sus resultados en variados lenguajes —desde precisos algoritmos matemáticos, hasta descripciones narrativas— que dificultaban la necesidad de entrelazarse para poder ofrecer un conocimiento articulado del conjunto del fenómeno o proceso que atendían.

La propuesta más ambiciosa con el propósito de articular las ciencias e intentar superar las dificultades antes señaladas fue la del positivismo lógico o neopositivismo —también conocido como la escuela del Círculo de Viena, dado que en ese lugar se iniciaron los trabajos de un grupo de filósofos y científicos de varias disciplinas—. Su obra colectiva más famosa fue la *Enciclopedia internacional de la ciencia unificada*. Esta *Enciclopedia* era, más bien, una propuesta de

trabajo, la cual nunca fue concluida, dadas las dificultades que presentó su ejecución. Rudolf Carnap (1891-1970) y Carl Hempel (1905-1997), en la primera mitad del siglo xx y con el apoyo de la Universidad de Chicago, fueron dos de los pilares de este proyecto (Hempel, 1979).

El positivismo lógico no se propuso, por tanto, la unificación de las leyes de diferentes ciencias, sino su atención la centró en la unificación del lenguaje científico para tener criterios confiables y precisos que permitieran la verificación empírica. Carnap, en este sentido, afirmaba: “tal unidad de términos es ciertamente menos potente y eficaz de cuanto sería la unidad de las leyes, pero es condición necesaria para la unidad de las leyes” (citado por Geymonat, 1987: 65). Esto significa que los diversos lenguajes científicos podrían ser reducidos a un lenguaje base, denominado “fiscalismo”. Actividad necesaria, según el positivismo lógico, pues la tecnificación de los lenguajes científicos, relacionada con las metodologías y los instrumentos de investigación de las diversas ciencias, obligaba a la unidad de los lenguajes científicos para buscar su integración.

Esta búsqueda de la ínter y transdisciplinariedad, a través de un lenguaje común entre las ciencias y disciplinas, sigue siendo una vía de encuentro, si bien ya no bajo la tutela del positivismo lógico. Aun, por ejemplo, dentro del paradigma de la complejidad hay quienes trabajan en esta perspectiva, tal como John Holland, quien propone siete conceptos básicos que permiten estudiar y explicar a todos los sistemas complejos adaptativos: agregación, marbeteado o etiquetado, no-linealidad, flujos, diversidad, modelos internos y bloques de construcción (2004: 25-55).

Unificación o articulación por medio de un método compartido

Además, el intento de unificación de las leyes científicas tuvo otra serie de dificultades relacionadas con el método,



para decirlo en una sola palabra. Es decir, serios problemas se presentaban al intentar vincular los conocimientos científicos y disciplinares que desprendían sus resultados de procedimientos metodológicos con distintas categorías y rigor, utilizando disímbolos tipos de datos e instrumentos técnicos de análisis que partían de diversas concepciones ontológicas y epistemológicas de la realidad y que delimitaban sus criterios de verdad desde distintos puntos de vista, etcétera.

Si bien desde el surgimiento de la ciencia moderna se iniciaron las discusiones en torno a un método científico común para todas las ciencias, fue en la segunda mitad del siglo XX cuando se avivó una nueva discusión, sobre todo a partir de la obra de Karl Popper (1902-1994). Este pensador afirmaba que las ciencias proceden en el fondo con un solo método, a pesar de su aparente diversidad de métodos específicos. Este método común es el método de la *falsación*, es decir, es el procedimiento mediante el cual toda premisa que se afirma como científica puede siempre estar en posibilidades de someterse a ser contrastada con la realidad empírica, es decir, a sujetarse a pruebas para ver si es falsa. El psicoanálisis y el marxismo, según Popper, no son auténticas ciencias por no satisfacer este criterio de falsabilidad (Popper, 2006).

La insistencia por avanzar en la unificación o articulación de los conocimientos científicos seguía siendo insatisfactoria. Los positivistas habían sostenido como criterio de ligazón el hacer compaginar las leyes, los neopositivistas insistieron en el criterio de científicidad de la verificabilidad empírica —donde ocupaba un papel central el lenguaje— y, para el racionalismo lógico de Popper, el criterio de más fácil aplicación era la falsabilidad de los enunciados con la realidad fáctica.

Sin embargo, este nuevo intento de articulación de las ciencias presentaba otro problema: el proceso de falsación

podía reconocer la existencia simultánea de dos o más teorías que pudieran haber pasado las pruebas empíricas y, por tanto, seguir siendo provisionalmente válidas, al menos hasta que llegara el momento en que alguien demostrara lo contrario. De esta manera, el peligro con la propuesta del racionalismo de Popper era que la integración del conocimiento se convierta en una batalla entre teorías.

Por otra parte, el criterio de falsación, propuesto por Popper, implicaba un continuo devenir o una construcción permanente y sin fin en torno a las ciencias y su articulación.

Desde otras perspectivas, completamente distintas, también se ha buscado los enlaces ínter o transdisciplinares a través de un método general común. La extensa obra en seis tomos de Edgar Morin, titulada *El método*, es un ejemplo de esta estrategia.⁸ En este caso, Morin propone una serie de principios para la construcción u organización de un conocimiento complejo (Morin, 2015).

Unificación o articulación a través de la dinámica de la ciencia y la técnica, exigida socialmente

Esta nueva visión hacia la *síntesis* de los conocimientos científicos y técnicos deja de lado, en cierto sentido, las búsquedas interdisciplinares a través de las leyes, la unificación del lenguaje o la unidad del método. Más bien, voltea la mirada hacia el exterior de las ciencias mismas para buscar su articulación, pues descubre que los diversos agentes sociales de una determinada configuración histórica o, más ampliamente dicho, la cultura, es la que desencadena los encuentros y lazos entre las ciencias y disciplinas para dar cuenta de sus necesidades o aspiraciones en diversos ámbitos, tanto materiales como no materiales.

8. Si bien puede remitirse el lector a la obra de *El método*, también puede acceder a un reciente libro de Morin donde sintetiza las intenciones que estuvieron detrás de esta gran obra, así como su contenido. Cf. Morin, Edgar. (2015). *L'aventure de La Méthode*.



Esta estrategia de articulación del conocimiento se centra en lógica social de las situaciones-problema que requieren resolverse en su complejidad, no en la lógica interna del sistema de las disciplinas científicas (Lenoir, 2013: 68).

Tal como lo señalamos, en esta búsqueda de encuentros la ciencia no se guía por objetos, campos o áreas de conocimiento, sino que se orienta prioritariamente a la solución de problemas. Rolando García, físico y epistemólogo argentino, escribe que el propósito de la investigación empírica de sistemas complejos es hacer una investigación interdisciplinar para diagnosticar desde su raíz los problemas, ya sea para prevenirlos o para generar políticas que los contrarresten. Añade García que uno de los riesgos para dar respuesta a los problemas que los investigadores enfrentan es fragmentar los problemas, estudiarlos por sectores y realizar simples adiciones a estudios parciales. Por el contrario, la interdisciplina es necesaria y no requiere marcos conceptuales estrechos, sino enfoques que permitan la interacción de elementos o subsistemas provenientes de diversos campos disciplinares (2008: 110 y 101).

Dicho de otra manera, la respuesta a los problemas de nuestra realidad nos obliga a avanzar hacia la *síntesis*, pues son estas respuestas graduales, dinámicas y, provisoriamente, cada vez más interrelacionadas, lo que nos lleva a la articulación de conocimientos tecnocientíficos. Esto significa, en términos llanos, que conocimientos científicos y técnicos compartidos irán dando cada vez más respuestas ínter y transdisciplinares para la resolución de los problemas que vivimos y enfrentaremos los humanos. Así, por ejemplo, se preferirán respuestas elaboradas por equipos de investigadores ínter o transdisciplinares, más que respuestas disciplinares, por más destacados que sean los científicos y los técnicos que pretendan ofrecer soluciones (Pohl *et al.*, 2010: 267-270).

Aquí la transdisciplina, más que la interdisciplina, tiene un papel destacado, pues una de sus vertientes o enfoques la entiende como la interrelación entre las ciencias, las técnicas y los conocimientos de los grupos sociales no científicos. Siendo estos últimos los que, aunados a los científicos y técnicos, ofrecen información y participan en los proyectos para la elaboración de novedosos productos o para dar respuesta a un problema social —por ejemplo, el diseño de un producto de limpieza menos contaminante de los recursos hídricos o la elaboración de una nueva política pública, o bien, la respuesta a la escasez del suministro de agua en una ciudad (Thompson, 2001).

No debemos pensar que el avance en la articulación de los conocimientos nos ayuda sólo a la solución de problemas sociales de las mayorías, pues también la dinámica de la economía capitalista y los centros políticos de poder hacen uso de esta estrategia de articulación, generando otras formas de explotación y extracción de los recursos naturales, creando más productos y necesidades de consumo, manipulando los intereses y opinión de la ciudadanía y los votantes, y, en fin, pretendiendo someter a las poblaciones a sus propios beneficios.

Unificación o articulación debido a problemas interdisciplinarios de frontera

Lo anterior vinculación entre ciencia, técnica y sociedad se pone de manifiesto, y ya lo está haciendo, en el continuo multiplicarse de las ciencias de frontera y, asimismo, valga la redundancia, en los problemas de frontera, es decir, que al ser novedosos y presentar varios aspectos intrincados requieren de un trabajo con abordajes teórico-metodológicos interdisciplinarios.

Nuevas ciencias de frontera las encontramos en las ciencias del espacio, ciencias de la tierra, ciencias de la vida, ciencias cognitivas, ciencias de la salud, etcétera



(Maldonado: 2015: 29) y también lo son la biopolítica, la bioeconomía, la neurobiología vegetal, etc. Por su parte, ejemplos de problemas de frontera, necesariamente ínter o transdisciplinarios, son las respuestas al cambio climático, las alternativas ante las migraciones masivas continentales, la contaminación de los océanos, la vida humana en los exoplanetas, etc. Los componentes que hay que considerar y conjuntar para el estudio de tales problemas obligan a la necesidad de trabajar colaborativamente en equipos de investigación con diversa formación y habilidades.

Recordemos que el problema no es un dato de la realidad empírica, sino el resultado de una problematización que elabora un sujeto o un grupo de sujetos cognoscentes. En otras palabras, los individuos, grupos y colectividades humanas problematizan sus experiencias. Y esas experiencias las problematizan a partir de sus propios sistemas de pensamiento —referentes mentales, sociales, culturales y cognitivos—. Al cambiar estos referentes, nuevas preguntas formularán problemas de distinta manera, es decir, un nuevo paradigma condiciona la problematización o las preguntas para una determinada realidad (Rodríguez, 2016: 132 y 133).

Esto último se vincula con una reciente alternativa de articulación entre las ciencias y disciplinas que cada vez cobra más fuerza, particularmente en lo que va del siglo XXI. Me refiero a la propuesta de nuevos paradigmas del conocimiento o a nuevos principios epistemológicos sobre el conocimiento de la realidad.

Unificación o articulación en torno a un conjunto de principios epistemológicos compartidos o un nuevo paradigma de conocimiento

Una propuesta más, que tiene una creciente aceptación en distintos campos del conocimiento científico, es el cuestionamiento al modelo convencional o tradicional de hacer ciencia, lo que ha conducido a la propuesta de un nuevo

paradigma científico. Si bien han existido planteamientos vanguardistas o distintos al proceder de la ciencia normal, desde la aparición de la ciencia moderna, es a partir de los últimos decenios del siglo xx cuando esta perspectiva se ha hecho más visible y está afinando sus nichos para institucionalizarse —centros de investigación, nuevos programas académicos, avances teóricos y metodológicos, etcétera.

El paradigma de la complejidad, si bien no es la única propuesta contemporánea que implica necesariamente el trabajo ínter y transdisciplinar, es uno de los ejemplos más notorios que en nuestros días está revolucionando la manera de concebir y hacer ciencia. Tal como afirma Edgar Morin: “para articular y organizar, es necesario una reforma del pensamiento” (Morin y Le Moigne, 1999: 259). Dicho llanamente, el paradigma de la complejidad es una alternativa más que invita a la *síntesis* de conocimientos. Veamos a continuación con mayor detenimiento en qué consiste esta propuesta.

La emergencia de la complejidad

Desde hace algunos pocos decenios ha ido surgiendo y ampliando su presencia lo que se ha denominado o pretende llamarse el *paradigma de la complejidad*. Dicho en otras palabras, ha venido emergiendo un grupo de diversos enfoques, modelos de ciencias y disciplinas, de producción teórica e investigación empírica, de reflexión epistemológica y ética sobre el conocimiento, de procedimientos y herramientas, de visiones integrales de la realidad o de percepciones que buscan articular e integrar diversos tipos de saberes. El énfasis de este *paradigma* viene puesto en los conjuntos, articulaciones o *síntesis* de conocimientos de fenómenos, situaciones o procesos de la realidad. De ahí que a sus diferentes versiones se les conozca también como enfoques sistémicos, organicistas, ecológicos y holistas,



para contrastarlos con las corrientes científicas que han enfatizado el conocimiento de las partes, las cuales son concebidas desde esta nueva perspectiva como mecanicistas, reduccionistas y atomistas (Capra, 1998: 37).

El estudio de la *complejidad*, por tanto, ha sido un tema de las ciencias contemporáneas, pero también un asunto vinculado a la reflexión filosófica, ética y política. Es más, pudiéramos añadir que también ha sido una aportación para comprender desde otras miradas, en el espacio que existe entre las fronteras del conocimiento científico y no científico, temas como la salud, la psique humana y diversos tipos de cosmovisiones que pretenden responder las preguntas sobre el estar y actuar en el mundo.

La complejidad está presente en las ciencias políticas y sociales, aunque ya ciertos clásicos hacen referencia a la interretroacción entre procesos y componentes de diversa índole, como es el caso destacado de Karl Marx y algunos marxistas como George Lukács o Lucien Goldman que se interesaron en desarrollar una teoría del conocimiento desde esta perspectiva; Max Weber y algunos de los seguidores de la sociología comprensiva; o Norbert Elías con sus estudios de psico y sociogénesis. Actualmente existen varios trabajos que dan cuenta de la presencia creciente de las teorías de la complejidad en las ciencias sociales y políticas; por ejemplo, Castellani y Halferty (2009), Jörg (2011) y Maldonado (2016, 2018).

El *paradigma de la complejidad* está constituido por una diversidad de teorías que asumen la complejidad de la realidad y de su respectiva cognición. Se habla de teorías de la complejidad, en plural, porque por el momento no existe una visión unificada ni una síntesis de este paradigma en construcción. Además, la noción de *complejidad* es un concepto con historia y tiene connotaciones distintas en algunas disciplinas y en el lenguaje común, por lo que

no existe actualmente una definición consensuada ni un acuerdo unánime de cómo medirla u observarla.

Por tanto, el *paradigma de la complejidad*, la *complejidad en general* o, simplemente, la *complejidad*, en su estado actual de desarrollo es identificada más como un marco de referencia que como una teoría unificada (Byrne y Callaghan, 2014: 79).

La noción de *complejidad*, en una primera aproximación remite a un conjunto (*totalidad, sistema, organización o unidad*) compuesto por elementos heterogéneos articulados entre sí de manera orgánica (o *sistémica*) y en constante proceso de transformación. En este sentido, la *complejidad* se opone a la dispersión o disolución, pues supone un principio que implica pensar en el mantenimiento y, a la vez, transformación de los fenómenos o sistemas organizados.

Diversidad creativa de la complejidad⁹

En una concepción amplia e inclusiva, que privilegia las confluencias de distintas vertientes que pueden incluirse en el *paradigma de la complejidad*, podemos identificar: el *pensamiento o enfoques sistémicos*, el *pensamiento complejo* y las *ciencias de la complejidad*.

Todas estas vertientes mencionadas hacen referencia a la *complejidad* y se autoconciben como propuestas complejas. Describimos a continuación de manera sucinta cada una de ellas:

- El *pensamiento o enfoques sistémicos*. Es una de las primeras vertientes que se refirió a la *complejidad* de los sistemas —físicos, biológicos, humanos, sociales y

9. Un seguimiento detallado sobre las distintas vertientes de la complejidad, así como de sus ramificaciones y conexiones desde 1940 a 2020 lo ha realizado Brian Castellani. Un mapa donde se puede visualizar gráficamente lo anterior y el cual este autor periódicamente actualiza se puede encontrar en https://www.art-sciencefactory.com/complexity-map_feb09.html. Los interesados en ciencias sociales también pueden consultar la historia de las propuestas de la complejidad en la sociología en el libro de Castellani y Hafferty (2009).



artificiales—, que los piensa en términos de conectividad, relaciones y contexto. Es decir, entiende los sistemas como totalidades integradas cuyas propiedades no pueden reducirse a sus partes y que en conjunto producen propiedades emergentes. El *pensamiento sistémico* pone atención a las redes de relaciones imbricadas dentro de redes mayores, las cuales se interrelacionan, a su vez, con un contexto, entorno o medio ambiente.

- El *pensamiento complejo*. Esta vertiente de corte más epistemológica o de un método general ofrece ciertos principios generativos del conocimiento, es decir, criterios básicos que posibilitan la generación del conocimiento complejo y de sus operaciones cognitivas. Asimismo, elabora grandes teorías abarcativas sobre la complejidad de la realidad. Edgar Morin es considerado como uno de los pilares o padres del *pensamiento complejo*.
- Las *ciencias de la complejidad*. Éstas se conciben como ciencias de la *síntesis*. Para este propósito privilegian como herramientas de trabajo un conjunto de modelos de simulación, algoritmos y formalismos a través de recursos computacionales o informáticos que permiten la aplicación de sus resultados a problemas concretos. Ejemplos de estas ciencias son: la termodinámica del no equilibrio, la teoría del caos, los fractales o geometría fractal, la vida artificial y las ciencias de redes.

Otras vertientes de la *complejidad* que pudieran sumarse a estas principales avenidas y que de alguna manera se relacionan con ellas, son:

- El *paradigma ecológico*. Frente a una visión del mundo que desconecta patológicamente al ser humano con sus fundamentos físico-biológicos —es decir, con la naturaleza— ha ido construyéndose con determinación y fuerza el llamado *paradigma ecológico*. Este paradigma se ha venido elaborando no sólo con las críticas al modelo

depredador de la civilización occidental, sino también con las aportaciones de nuevas teorías y disciplinas científicas como la ecología, el pensamiento sistémico, la teoría de sistemas vivos y la termodinámica. Es una vertiente que pretende la comprensión de los complejos y altamente integrados sistemas vivos, los cuales se interrelacionan en varios niveles.

- Los *enfoques holistas*. Existen diversos derroteros de exploración en esta aproximación, algunos de ellos intrépidos. La característica principal de la complejidad en esta búsqueda es el énfasis en concebir e interpretar la realidad como un *todo*, de ahí su nombre, *holismo*. Escuchamos hablar en esta vertiente de la *salud holista*, de la *conciencia holista* o de una *visión holista de la realidad física* —por ejemplo, la *totalidad imbricada* de David Bohm (1998).

Pautas comunes en las vertientes de la complejidad

Pudiera sostenerse que hay pautas que conectan a las distintas vertientes de la complejidad en el uso de términos, premisas y antecesores de la *complejidad*. Es decir, hay una serie de similitudes en la formulación de un cúmulo de nuevos conceptos o de un nuevo lenguaje necesario para observar, pensar y actuar *sinécticamente* en torno a la realidad.

Así, la *complejidad* en sus diversas vertientes remite a las ideas o conceptos que favorecen la concepción de conjuntos en procesos de transformación, tales como (co)evolución, interacción, retroacción, no linealidad, emergencia, sistemas fuera de equilibrio, orden/desorden, autoorganización, entre otros conceptos.¹⁰ Si bien, la manera como se define cada uno

10. Dado el propósito de este trabajo no desarrollamos la definición general y particular de estos conceptos. Para ello remitimos a algunas lecturas clásicas y otras nuevas de autores identificados con estas diversas vertientes. Cf. Lewin (1995), Morin (1982, 1990), Garrido et al. (2007), Capra (1998), Tom Jörg (2011) Byrne y Callaghan (2014).



de estos términos tiene o puede tener un matiz específico en cada una de estas aproximaciones. Sin embargo, una mínima coherencia con la *complejidad* obliga a observar no sólo las pautas que conectan, sino además las diferencias que se presentan entre sus diversas vertientes.

También es posible señalar algunos principios o rasgos básicos que comparten distintas versiones de la *complejidad*, si bien, tal como lo señalé, pudiera haber algunas connotaciones particulares en algunas de las vertientes. Algunos de los principios de la *complejidad* sobre los cuales existen ciertas semejanzas o similitudes, que quisiera señalar a manera de ejemplo, son las siguientes:¹¹

La complejidad como *síntesis* y potencial integrativo.

- La visión ínter y transdisciplinar.
- La oposición a la ciencia normal o a la ciencia moderna convencional.
- Los sistemas u organizaciones en no equilibrio y complejidad creciente.
- El estudio del cambio y el papel del tiempo.
- La no-linealidad de la realidad y la incertidumbre.
- La revisión de la causalidad clásica y la complejidad.
- La capacidad autoorganizativa de los sistemas y el surgimiento de emergencias.

En resumen, lo que deseo destacar es que la complejidad es un pensamiento y un conocimiento de *síntesis*, pues piensa en sistemas, en tramas de relaciones y retroacciones, en vínculos de mutua influencia con su entorno, en autoproducción e innovación de los sistemas, en procesos evolutivos de complejidad creciente, etc. Todo lo cual requiere para su estudio más y mejor ínter y transdisciplina.

11. Señalo brevemente sólo algunas características compartidas, dado el limitado espacio disponible de este documento.

Conclusiones

Tal como hemos podido observar, existe una tendencia que va avanzando, a lo largo del último siglo y lo que llevamos del presente, en la articulación de conocimientos compartidos para poder entender y poder actuar sobre diversas problemáticas de la realidad. Este dinamismo ha seguido varias estrategias en la historia reciente de las ciencias y disciplinas: unificar o articular leyes, lenguajes, métodos o principios epistémicos, o bien, enlazarse dada la necesidad de ofrecer innovadoras respuestas científicas y técnicas a diversos requerimientos sociales o para poder enfrentar emergentes problemas de frontera.

Estas diversas estrategias *sintéticas* de abordajes ínter y transdisciplinares actualmente están presentes en las diversas vertientes del paradigma de la complejidad. Es decir, en alguna de las distintas versiones de la complejidad podemos encontrar los intentos de enlazamiento de ciencias y disciplinas a través de leyes, lenguajes, métodos, principios epistémicos, abordaje de problemas y búsqueda de alternativas de solución. Ante este dinamismo es necesario reflexionar sobre las implicaciones políticas y éticas de la complejidad, tal como nos lo propone Carlos Eduardo Maldonado en uno de sus escritos (2013). A la vez, es fundamental profundizar sobre las condiciones sociohistóricas y las confrontaciones que se están expresando en el conocimiento entre quienes desean mantener la lógica socioeconómica y política del capitalismo dominante y los esfuerzos emancipatorios que se multiplican en diversos escenarios.

El desafío del conocimiento sigue su marcha, aún quedan muchos retos pendientes y otros muchos todavía no imaginados están por aparecer. Sin embargo, según el rápido recorrido que hemos visto, el camino de la *síntesis* de las ciencias, disciplinas y otros saberes es la vía actualmente más prometedora para un mayor y mejor conocimiento. ☰



Bibliografía

- Apóstol, Leo, et al. (1983). *Interdiscipliniedad y ciencias sociales*. Madrid: Tecnos/UNESCO.
- Bohm, David. (1998). *La totalidad y el orden implicado*. Barcelona: Kairós.
- Byrne, David, y Callaghan, Gill. (2014). *Complexity theory and the social sciences. The state of the art*. Nueva York: Routledge.
- Capra, Fitjof. (1998). *La trama de la vida: Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Barcelona: Anagrama.
- Castellani, Brian, y Hafferty, Frederic. (2009). *Sociology and complexity science. A new field of inquiry*. Berlín/Heidelberg: Springer-Verlag.
- García, Rolando. (2008). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. México: Gedisa.
- Garrido, Francisco, González de Molina, Manuel, Serrano, José Luis, y Solana, José Luis. (Eds.). (2007). *El paradigma ecológico en las ciencias sociales*. Barcelona: Icaria/Antrazyt.
- Geymonat, Ludovico. (1987). *Límites actuales de la filosofía de la ciencia*. Barcelona: Gedisa.
- Gribbin, John. (2006). *Así de simple. El caos, la complejidad y la aparición de la vida*. Barcelona: Drakontos/Crítica.
- Hempel, Carl. (1979). *Filosofía de la ciencia natural*. Madrid: Alianza Editorial.
- Hirisch, Gertrude, et al. (2008). *Handbook of transdisciplinarity Research*. Zurich: Springer.
- Holland, John. (2004). *El orden oculto. De cómo la adaptación crea complejidad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Jörg, Tom. (2011). *New thinking complexity for the social sciences and humanities. A generative, transdisciplinary approach*. Heidelberg/Londres/Nueva York: Springer.
- Le Moigne, Jean-Louis. (2005). Les enjeux éthiques de la didactique des langues et des cultures n'appellent-ils pas un «nouveau discours sur la méthode des études de

- notre temps»?”. *Études de linguistique appliquée*, 4(140): 420-433.
- Lenoir, Yves. (2013). Interdisciplinariedad en educación: Una síntesis de sus especificidades y actualización. *Interdisciplina*, 1(1): 51-86.
- Lewin, Roger. (1995). *Complejidad. El caos como generador del orden*. Barcelona: Metatemas/Tusquets.
- Luengo, Enrique. (2012). Las diversas versiones de la transdisciplina y su desafío a la universidad. *Interdisciplina y transdisciplina: Aportes desde la investigación y la intervención social universitaria*. *Complexus*. México: Centro de Investigación y Formación Social/ITESO.
- . (2018). *Las vertientes de la complejidad. Pensamiento sistémico, ciencias de la complejidad, pensamiento complejo, paradigma ecológico y enfoques holistas*. Guadalajara: ITESO.
- Maldonado, C. E. (2014). Reflexión sobre las implicaciones políticas de la complejidad. *Alpha*, núm. 38, pp. 197-214. doi: 10.4067/S0718-22012014000100013
- . (2015). *Introducción al pensamiento de punta, hoy*. Bogotá: Ediciones desde Abajo.
- . (2016). *Complejidad de las ciencias sociales. Y de otras ciencias y disciplinas*. Bogotá: Ediciones desde Abajo.
- . (2018). *Política + Tiempo = biopolítica. Complejizar la política*. Bogotá: Ediciones desde Abajo.
- Morin, Edgar. (1982). *Ciencia con conciencia*. Barcelona: Anthropos.
- . (1990a). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- . (1990b). Sur l'interdisciplinarité. *Carrefour des sciences*. Actes du Colloque du Comité National de la Recherche Scientifique Interdisciplinarité. París: Éditions du CNRS.
- . (2015). *L'aventure de La Méthode*. París: Seuil.
- Morin, Edgar, y Le Moigne, Jean-Louis. (1999). *L'intelligence de la complexité*. París: L'Harmattan.
- Pascal, Blas. (1992). *Pensamientos*. México: Espasa Calpe.

Bibliografía



Bibliografía

- Piaget, Jean. (1972). The epistemology of interdisciplinary relationship. *Interdisciplinary. Problems of teaching and research in universities*. París: Centre for Educational Research and Innovation/OECD.
- Pohl, Christian, et al. (2010). Researches roles in knowledge co-production: Experience from sustainability research in Kenya, Switzerland, Bolivia and Nepal. *Science and Public Policy*, mayo.
- Pohl, Christian, y Hirsch, Hadorn G. (2007). *Principies for designing transdisciplinary research. Proposed by The Swiss Academics of Arts and Sciences*. Munich: Oekom.
- Pombo, Olga. (2013). Epistemología de la interdisciplinariedad. La construcción de un nuevo modelo de comprensión. *Interdisciplina*, 1(1): 21-50.
- Popper, Karl. (2006). *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual*. Madrid: Alianza Editorial.
- Rodríguez Zoya, Leonardo. (2016). Complejidad de los paradigmas y problemas complejos. Un modelo epistemológico para la investigación empírica de los sistemas de pensamiento. En Rodríguez Zoya, Leonardo (coord.), *La emergencia de los enfoques de la complejidad en América Latina. Desafíos, contribuciones y compromisos para abordar los problemas complejos del siglo XXI*. Buenos Aires: Comunidad Editora Latinoamericana.
- Thompson Klein, Julie. (1990). *Interdisciplinarity: History, theory and practice*. Detroit: Wayne State University.
- . (1999). *Mapping interdisciplinary studies*. Washington: Association of American Colleges and Universities.
- Thompson Klein, Julie, et al. (2001). *Transdisciplinary: Joint problems solving among science, technology and society. An effective way for managing complexity*. Basilea, Suiza: Birkhauser/Verlag.
- Vilar, Sergio. (1997). *La nueva racionalidad: Comprender la realidad con métodos transdisciplinarios*. Barcelona: Kairós.