

Cuadernos de Política Económica

001-2016



**El pensamiento complejo: ¿una *ventana* para re-
pensar el potencial del Comercio Internacional?**

Arlette Pichardo Muñiz

Cuadernos de Política Económica



Universidad Nacional
Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE)

Título:
**El pensamiento complejo: ¿una *ventana* para re-pensar el
potencial del Comercio Internacional?**

Autora: MSc. Arlette Pichardo Muñoz (*)

Editor: PhD Rafael Díaz Porras

382
P585p

Pichardo Muñiz , Arlette

El pensamiento complejo: ¿una ventana para re-pensar el potencial del Comercio Internacional? / Arlette Pichardo Muñiz ; Editor Rafael Antonio Díaz Porrás. – Heredia, Costa Rica: Universidad Nacional – CINPE, 2016.

77 p. ; 28 cm. - - (Serie ; no. 001-2016)
Versión digital

ISSN: 2215-4159

1. COMERCIO INTERNACIONAL 2. TEORIA ECONOMICA 3. ECONOMIA 4. COMPLEJIDAD 5. PARADIGMAS I. Díaz Porrás Rafael Antonio.



RESUMEN:



El comercio internacional, en tanto intercambio de bienes y servicios entre países, está sujeto a cambios de diversa índole; al punto que su abordaje amerita replanteamiento constante. Con el interés de contribuir a tal proceso, la invitación es a *navegar* por la siguiente *Carta de Ruta*: (1) La *puerta* de entrada; una rápida conceptualización de la expresión re-pensar el potencial; (2) una sucinta *mirada* a las corrientes de pensamiento que, históricamente, han tratado de explicar el comportamiento del Comercio Internacional; y (3) una *travesía* por los caminos del pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad. El propósito principal consiste en derivar lecciones de aprendizaje para el estudio de la situación actual y perspectivas del comercio internacional. Para el logro de tal propósito se parte de una apretada síntesis de la visión convencional de la ciencia (el método Cartesiano y el universo de Newton), del replanteamiento de la física cuántica y el renacimiento del holismo, para luego discurrir por una *lectura* de las principales corrientes del pensamiento complejo y la edificación de las ciencias de la complejidad, acudiendo a las fuentes originales y marcando puntos de inflexión, con base en una periodización expresamente construida a partir de cuatro momentos o estadios de desarrollo: los cimientos, el despliegue, la bifurcación y la amplificación. Para concluir con una reflexión final sobre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad y algunas pistas para extender su aplicación al comercio internacional. Más que respuestas acabadas y concluyentes, se trata de una conversación en *voz alta* para compartir y aportar a una estrategia de indagación interactiva y de largo alcance.

Palabras clave: Comercio Internacional, Teoría Económica, Economía, Complejidad, Paradigmas



ABSTRACT:

International trade, as it refers to the exchange of goods and services among countries, is in a state of flux; so much so, in fact, that a thorough reassessment in both its study and its approach is called for, especially regarding the last few decades. Having as our primary goal to contribute to such process, we encourage you to set sail using the following Navigation Chart: (1) The doorway; a quick conceptualization of the phrase "to Re-Think the Potential"; (2) a concise glance to currents of thought which try to explain the behavior of International Trade; (3) a crossing through the roads of complex thought and complexity sciences. The main purpose is to derive elements useful for studying and analyzing international trade. In order to achieve this purpose, we start from a narrow synthesis of the conventional view of science (the Cartesian method and Newton's universe), from quantum physics and the rebirth of holism, and later to pass by a reading of the main currents of complex thought and complexity sciences, resorting to its original sources and marking inflexion points, based on a reconstructed chronological framework stemming from four developmental stages or periods: the foundation, the takeoff, the split and the expansion. Finally, we conclude with a final reflection on complex thought and complexity sciences, with some clues for extending to the study of international trade. We think is a conversation out loud (and not just a mere collection of definitive, conclusive answers) employed for sharing and building an interactive and far-reaching strategy of research.

Key words: International Trade, Economic Theory, Economics, Complexity, Paradigms



(*) Arlette Pichardo Muñiz ha estudiado Sociología, Planificación y Educación. Es catedrática de la Universidad Nacional (UNA) en Costa Rica. Actualmente, se desempeña como Investigadora-Docente del Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE), entidad desde la cual es gestora de la Maestría en Gerencia del Comercio Internacional en *doble* titulación con el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) de la República Dominicana, primer programa del que hasta el momento se tenga noticias en Costa Rica, y quizás en Centroamérica, en el cual una universidad costarricense asume el liderazgo académico en un esfuerzo de cooperación sur-sur. El contenido de este Cuaderno es producto de la Conferencia Magistral dictada por la autora, en el marco del seminario bajo el nombre de “Repensar el Potencial del Comercio Internacional en Centroamérica y República Dominicana, como parte de una visita de estudios en el marco de la Maestría de la referencia. La autora agradece la colaboración de Lucía Vindas, Investigadora Junior del CINPE; los comentarios de profesores y estudiantes del programa de MGCI; y el diálogo sostenido con el PhD. Rafael Díaz del CINPE sobre teorías de comercio internacional. Correo electrónico arlette.pichardo.muniz@una.cr.



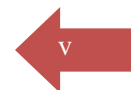
TABLA DE CONTENIDO



1.	<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
2.	<i>REPENSAR EL POTENCIAL DEL COMERCIO INTERNACIONAL</i>	5
2.1	De Adam Smith a Paul Krugman.....	9
2.2	El Atlas de la Complejidad Económica.....	12
3.	<i>LA VISIÓN CONVENCIONAL DE LA CIENCIA</i>	13
3.1	El Método Cartesiano.....	14
3.2	El Universo según Newton.....	17
3.3	El impacto de la visión mecanicista en la modernidad.....	17
3.4	La separación y especialización de las disciplinas.....	20
4.	<i>EL PENSAMIENTO COMPLEJO Y LAS CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD</i>	22
4.1	Las raíces.....	22
4.2	El replanteamiento de la física.....	24
4.2.1	Las bases.....	24
4.2.2	La física en su acercamiento a la termodinámica.....	25
4.2.3	El cuanto y la constante de Planck.....	26
4.2.4	La teoría de la relatividad.....	26
4.2.5	La Flecha del Tiempo.....	27
4.2.6	Dos principios fundamentales de la “nueva” física.....	28
4.2.6.1	El principio de Incertidumbre.....	28
4.2.6.2	El principio de Complementariedad.....	29
4.2.7	Dos teoremas que remarcan el curso de la física cuántica.....	29
4.2.7.1	El teorema de Gödel.....	30
4.2.7.2	El teorema de Bell.....	30
4.2.8	La atención en los quarks.....	31
4.2.9	En busca de una Teoría del Todo.....	32
4.3	El renacimiento del Holismo.....	33
4.4	El transcurrir del pensamiento complejo y de las Ciencias de la Complejidad.....	35
4.4.1	Los cimientos.....	36
4.4.1.1	Los precursores.....	36
4.4.1.2	La promesa fundacional.....	38
4.4.1.3	La Teoría Matemática del Información.....	39
4.4.1.4	La Cibernética.....	40
4.4.1.5	La Teoría de Sistemas.....	41
4.4.1.6	Aplicaciones y derivaciones.....	41
4.4.2	El despliegue.....	43
4.4.2.1	Cibernética de la Cibernética y segunda Cibernética.....	43



4.4.2.2 Estructuras Disipativas.....	45
4.4.2.3 Teoría del Caos.....	46
4.4.2.4 Autopoiesis	46
4.4.2.5 Geometría de los Fractales.....	49
4.4.3 La Bifurcación	50
4.4.3.1 Corrientes digitales:	51
4.4.3.1.1 Christopher Langton.....	51
4.4.3.1.2 John Holland.....	52
4.4.3.2 Corriente analógica. Édgar Morín.....	53
4.4.3.2.1 El Método	54
4.4.3.2.2 Los siete saberes de la educación del futuro.....	56
4.4.4 La amplificación.....	58
4.4.4.1 Los Estudios de Género.....	60
4.4.4.2 La redefinición del concepto de desarrollo.....	60
4.4.4.3 Publicaciones de alto impacto.....	61
5. <i>Y, ENTONCES, ¿QUÉ ES LA COMPLEJIDAD? Si se puede definir...</i>	65
5.1 ¿Qué no es la complejidad?.....	65
5.2 ¿Qué es la complejidad?.....	65
BIBLIOGRAFÍA	72



Figuras

Figura 1	Acerca del significado de re-pensar el potencial.....	7
Figura 2	Teorías de análisis e interpretación del Comercio Internacional.....	11
Figura 3	Las raíces del pensamiento complejo.....	23
Figura 4	El <i>entronque</i> del pensamiento complejo.....	35
Figura 6	Los cimientos de las Ciencias de la Complejidad.....	43
Figura 7	El despliegue de las preocupaciones por la complejidad.....	50
Figura 8	La bifurcación del pensamiento complejo.....	58
Figura 9	La amplificación del pensamiento complejo.....	59

Recuadros

Recuadro 1	El transcurrir del pensamiento complejo y.....	35
Recuadro 2	El pensamiento simplificador según Édgar Morín.....	53
Recuadro 3	Principios u operadores del pensamiento complejo según Morín.....	54
Recuadro 4	Algunas pistas para leer <i>El Método</i> de Édgar Morín.....	55
Recuadro 5	Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.....	56
Recuadro 6	Los diferentes tipos de órdenes según Bohn y Peat.....	62
Recuadro 7	Criterios claves de un sistema según Capra.....	63
Recuadro 8	Las 7 leyes del caos, según Briggs y Peat.....	64
Recuadro 9	¿Qué es el pensamiento complejo? según Morin, Ciurana y Motta.....	66

Tablas

Tabla 1	Descartes y las cuatro reglas del método.....	15
Tabla 2	Presupuestos de la visión mecanicista.....	18



1. INTRODUCCIÓN

La Maestría en Gerencia del Comercio Internacional (MGCI) es un programa de formación a nivel de posgrado que el Centro Internacional en Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE) de la Universidad Nacional (UNA) en Costa Rica, diseñó e instauró en 1999, en el marco de un proceso de ampliación y diversificación de su actividad docente, la de más larga tradición en el instituto, pues éste surge a partir de la experiencia y trayectoria de la Maestría en Política Económica para Centroamérica y el Caribe, iniciada en 1985, por medio de un convenio de cooperación académica con la Universidad Católica de Brabant, en Tilburg, Holanda y el apoyo financiero del Gobierno de los Países Bajos.

De acuerdo con la nomenclatura de la educación superior en Costa Rica, la MGCI es un programa profesional, ya que se dirige a estudiantes de tiempo parcial insertos en el mercado laboral, con experiencia – de ser posible – considerable y con demostrado y fiable interés en actualizar, refrescar y renovar conocimientos en forma interactiva. En materia curricular, el enfoque es producto de una visión ecléctica que privilegia la diversidad de escuelas de pensamiento, conduciendo el proceso de aprendizaje por múltiples desarrollos teóricos y metodológicos. De tal manera que intenta constituir una respuesta a profesionales de las más diversas disciplinas (Economía, Derecho, Administración, Mercadeo, Contabilidad, entre otras) quienes, en su ejercicio profesional, perciben carencias funcionales en los ámbitos de conocimiento que atañen al entendimiento y comprensión de las distintas dimensiones y sus interrelaciones de la Gerencia del Comercio Internacional (Plan del Estudio de la MGCI).

Luego de impartir el programa en Costa Rica durante varias promociones y que fue sometido a distintas instancias de evaluación (internas y externas), el CINPE asumió el desafío de la doble titulación con el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), una entidad de educación superior de la República Dominicana con sobrado reconocimiento y prestigio de excelencia académica. Esta experiencia constituye el primer programa de su género del que hasta el momento se tenga noticias en Costa Rica,



y quizás en Centroamérica, en el cual una universidad costarricense asume el liderazgo académico en un esfuerzo de cooperación sur-sur. Amén de la transculturalidad como valor agregado (Para una relación más detallada, ver distintos documentos de Evaluación del Programa, en particular Pichardo, 2015).

Es en ese contexto, que se lleva a cabo el Seminario “Re-Pensar el Potencial del Comercio Internacional en Centroamérica y República Dominicana”, inscrito en la Visita de Estudios al CINPE-UNA de estudiantes y profesores de la maestría de la referencia, actividad incorporada como un elemento consustancial al proceso de formación.

El seminario en cuestión constituyó un fructífero y productivo acicate que derivó en la inclusión del tema de este trabajo como conferencia magistral de inauguración y, a su vez, en semilla germinal de este documento elaborado bajo la forma de la Serie Cuadernos de Política Económica del CINPE, cuya publicación obedece a su posible utilidad en futuras actividades de aprendizaje de ésta y otras maestrías o modalidades de enseñanza.

A grandes rasgos, el tema central del documento – como el título del seminario – quiere hacer referencia a volver a pensar o pensar una vez más y con atención mejorada el intercambio de bienes y servicios entre países. Para tal fin se transita en una autopista con carriles para tránsito de alta velocidad: una suerte de entusiasta provocación sobre los significados esenciales de la excitativa a Re-Pensar el Potencial del Comercio Internacional; y, un despliegue del Pensamiento Complejo y las Ciencias de la Complejidad, sobre la base de una exhaustiva, y al mismo tiempo selectiva, revisión bibliográfica e intento de sistematización, análisis crítico y síntesis, cuyo valor agregado es la presentación de una amplia producción en un solo documento de consulta, con el propósito de ir permeando la redefinición de la enseñanza.

Justamente, la principal virtud de este documento reside en la metodología utilizada; y, paradójicamente, allí mismo se encierra su principal limitación. Se ha tratado y se ha logrado, en la medida de lo posible, de colocar el mayor recuento posible de literatura especializada de pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad, principalmente a partir de fuentes originales. Empero, queda pendiente la tarea más compleja: su



confrontación en los estudios del Comercio Internacional. Invitación de largo aliento y alcance que queda abierta para quienes lean este Cuaderno.

Un aprendizaje que – explícita o implícitamente – *brot*a sin cesar de los más notables autores es que pareciera difícil dar el salto a una nueva y distinta forma de pensamiento sin entender la actual, que media desde la infancia en los procesos de *in*-formación. De ahí que resulta ineludible tomar como punto de partida a la visión convencional de la ciencia, en particular el sustrato derivado del método Cartesiano, entronizado a la luz de las ciencias como el método “científico” y la cosmo visión del universo de Newton. Y, sí ese es el primer escalón, el siguiente tiene que ser la búsqueda de las raíces que se entrelazan en los orígenes del pensamiento complejo, su entronque con el replanteamiento de la física y el renacimiento del holismo y el camino hacia la edificación de las ciencias de la complejidad.

Quizás el aporte central de este trabajo, aunque modesto, sea la reconstrucción de ese transcurrir, historia que se organiza para ser *contada* en cuatro (4) momentos o estadios de desarrollo: (i) los cimientos, (ii) el despliegue, (iii) la bifurcación, y (iv) la amplificación. Reconstrucción sistematizada a partir de hitos, identificados éstos fundamentalmente por medio de publicaciones. La denominación de los momentos se deriva de su principal atributo. Habrá quienes piensen que tal estructuración sigue siendo un arte de principiantes y que el relato histórico debe conectarse con argumentaciones más profundas. Efectivamente, tendrían razón al hacerlo, pero el principio de aprendizaje de ubicar autores en su contexto, sigue siendo una forma válida de apreciar sus contribuciones.

La lógica de agrupamiento en los *cimientos* se asienta en un conjunto de notables comunidades científicas que hacen surgir corrientes novedosas de pensamiento, aunque no del todo consolidadas, y que por medio de sus aplicaciones empiezan a marcar la ruptura de la lectura unidisciplinaria. Mientras que, en el *despliegue* se colocan esfuerzos diversos, en consenso o disenso con los esfuerzos iniciales, que en busca de la complejidad transitan por rutas diversas, incluso en su momento aparentemente disociadas, e incluso desconectadas. Por su parte, la *bifurcación* – como el propio nombre lo sugiere – alude al tránsito por una doble vertiente, cada una con un énfasis diferente,



con sobrada justificación desde el punto de vista de quienes la suscriben. La *amplificación*, a su vez, hace referencia al actual denodado e intrépido interés por la complejidad y su aplicación a los más diversos ámbitos del pensamiento y de la acción.

Demás está señalar que quien esto lea está en libertad de asumir, recrear o desechar la periodización propuesta y el intento de sistematización, análisis crítico y síntesis que le acompaña. Lo importante en todo caso es contar con una base que permita comprender los antecedentes, desarrollo y situación actual del pensamiento complejo y de las ciencias de la complejidad de cara a quienes tengan en esta lectura un primer acercamiento o de repaso para quienes ya lo han hecho.

Y, ¿qué acerca de las conclusiones? En este trabajo no se pretende llegar a aseveraciones concluyentes (valga la redundancia) o bien a una reflexión única y acabada, más bien el final se concibe como el principio. Es por ello que se publica como un Cuaderno de Trabajo, en el sentido originario del término (papel en que se escriben buenas “nuevas”), se trata de una especie de bitácora (registro elaborado con un cierto orden de quien escribe) o ensayo (en el buen sentido) escrito generador de ideas.

Sobre la Bibliografía, dado el abarrotamiento de producción bibliográfica sobre el tema, con creatividad y originalidad, pero también con repeticiones y dogmatismos, se ha preferido volver a la costumbre de proveer, con fines didácticos, un listado de bibliografía, como a *especie* de un amplio y diverso menú al alcance y no se sigue en rigor el ritual de las referencias al estilo del ahora popular Sistema APA.

Indicar, asimismo, que se ha buscado conjugar el tratamiento del tema y la presentación de su contenido, en un estilo atractivo y en ocasiones coloquial, para cuya estética se recurre a los recursos tomados a compuestos por medio de disponibilidad de acceso público en el buscador Google y dada la cantidad de los mismos se ha optado por no incorporar las citas específicas, ya que haría demasiada densa la presentación. De igual modo, en la etimología de los conceptos la fuente a que se recurre en todos los casos, salvo indicación contraria, es a diccionario de la Real Academia Española (RAE).

Finalmente, aunque no en último lugar, con este documento se pretende abrir los sentidos al aprendizaje, no se trata de un conjunto de pasos o de un ideario y mucho menos aún de una “receta”. De ahí que cada quien podrá llegar a su voluntad y en libertad



a encontrar su utilidad, sí es que considera que la tiene. Esa es, pues, una tarea en sus manos amable lector y amable lectora. Sí así fuere el esfuerzo realizado estaría más que justificado.

2. REPENSAR EL POTENCIAL DEL COMERCIO INTERNACIONAL

La palabra *Re*, que se corresponde con la segunda nota de la escala musical, antepuesta a otra palabra, vale decir utilizada como prefijo, puede ser capaz de mostrar una maravillosa y sorprendente riqueza conceptual. En tanto categoría general hace referencia a *repetición, volver a* (redoblamiento, multiplicación); por ejemplo, en *reconstruir, recomenzar, retomar, renovar, refundar o re-crear* (que no alude a divertirse, en el sentido más socorrido del término); encarna también movimiento “hacia atrás”, como en el caso de *refluir*; denota “intensificación”, como puede verse en: *recargar, reforzar, reiterar*; indica también “oposición” o “resistencia” como en las acciones de *rechazar o repugnar*; o bien implica también negación o inversión del significado simple, como en *reprobar*; está presente en reparar, restaurar, reorganizar, regenerar, reconstituir y reproducir. Usada con adjetivos o adverbios, puede reforzar la intensificación, por ejemplo, añadiendo las sílabas **te** o **quete** a **re**: *retebueno* o *requetebién*.

Re-Pensar, equivale o representa a la acción de *reflexionar* – y valga en este caso, la cacofonía de tantos **re** juntos. Y, *reflexionar* – a su vez – implica considerar nueva o detenidamente algo. Podría ser, entonces, que re-pensar significa volver a pensar o pensar una vez más y con atención mejorada. Entre sus sinónimos se encuentran: *cavilar, meditar, imaginar, discurrir y ponderar*; y, no se registran antónimos. Por tratarse de un verbo transitivo, su uso exige la presencia de un objeto o complemento directo para tener un significado completo: Yo re-pienso la historia, Tú re-piensas el trabajo, Él o Ella re-piensa la familia, **Nosotros y Nosotras Re-Pensamos el Potencial del Comercio Internacional**. Ustedes re-piensa el accionar del Estado, de las instituciones, de las empresas y otros agentes económicos. Ellos y Ellas re-piensa la vida en general.





Por su lado, el término *potencial* viene del latín, y su etimología u origen, indica que procede de la conjunción ente el vocablo *potis* = **poder**, el nexa *nt* = agente y el sufijo *al* = relativo a. Como sustantivo alude a fuerza y como adjetivo a aquello que encierra la capacidad para ejecutar algo o producir en efecto. También suele utilizarse para designar aquello que no es o que todavía no existe, pero que tiene la posibilidad de existir. En fin, alude también a un mecanismo básico que permite activación. Se trata de un vocablo frecuentemente utilizado en la física, ámbito desde el cual se emplea para hacer referencia a un orden de magnitud que designa la capacidad que tiene un cuerpo concreto para realizar un trabajo o acometer una tarea. Así como también en la química, en que se usa para hacer alusión a la cantidad de energía; o bien en la biología, que se refiere a medir la actividad y el nivel de circulación (Figura 1).



Figura 1 Acerca del significado de re-pensar el potencial



RE-PENSAR

- REPETICIÓN, REDOBLAMIENTO, MULTIPLICACIÓN
- RECONSTRUIR, RECOMENZAR, RETOMAR, RENOVAR, REFUNDAR, RE-CREAR
- MOVIMIENTO HACIA ATRÁS: REFLUIR
- INTENSIFICACIÓN: RECARGAR, REFORZAR, REITERAR
- OPOSICIÓN O RESISTENCIA: RECHAZAR, REPUGNAR
- NEGACIÓN: REPROBAR
- REFLEXIONAR: CONSIDERAR NUEVA O DETENIDAMENTE

EL POTENCIAL

- *POTIS* = PODER
- NEXO = NT = AGENTE
- AL = RELATIVO A
- FUERZA
- CAPACIDAD DE PRODUCIR EFECTO
- POSIBILIDAD
- ENERGÍA
- ACTIVIDAD

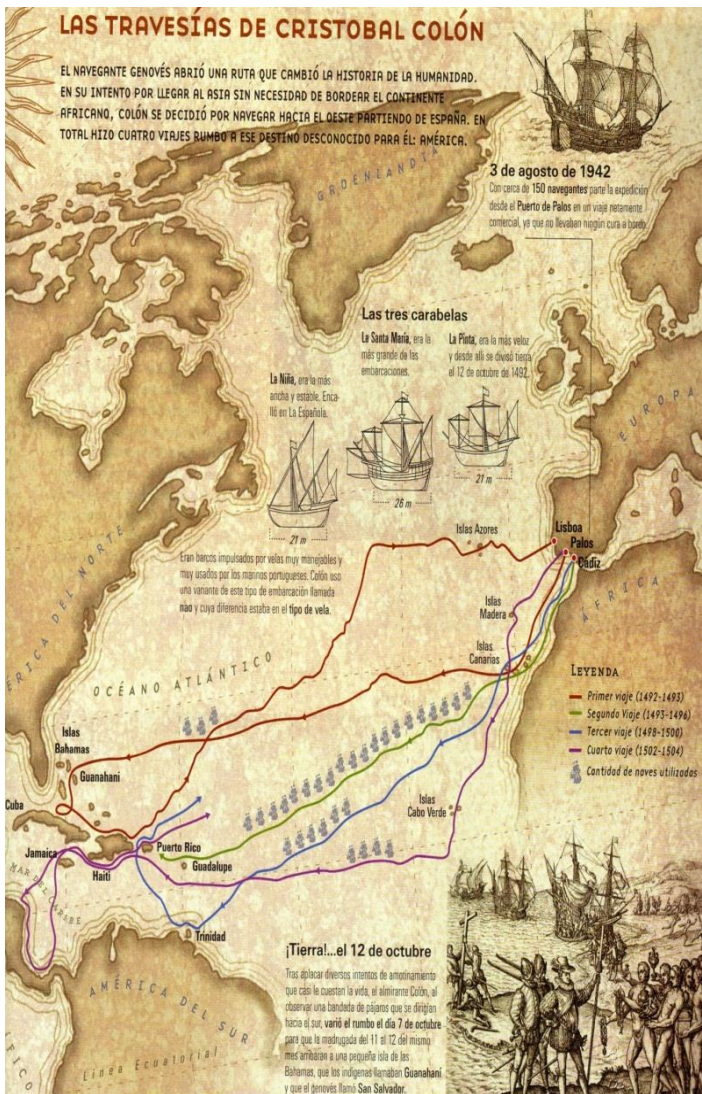
Fuente: Elaboración propia con base en definiciones de la Real Academia Española, 2015.

El comercio entre personas, entidades y territorios, que da pie al llamado comercio internacional conocido como comercio entre países, a través de los siglos ha estado presente en la base de las relaciones sociales, desde sus manifestaciones más arcaicas hasta sus elaboraciones más acabadas. Y, ¿por qué no decirlo? bajo la forma de interrelaciones diversas y variadas interconexiones complejas.



El trueque o intercambio simple es la base principal de las relaciones entre las culturas de las épocas más antiguas. A su vez, en una relación biunívoca, la evolución de los

negocios facilita el impulso, avance y mejora de los medios de transporte y da paso a la



organización de las ciudades (la *polis*, diría Aristóteles). La acumulación de dinero lleva a la instauración de la banca; y, más tarde, a las modalidades sustitutas: el cheque primero y la tarjeta (el plástico) después.

“En el nombre del Padre”, las Cruzadas contribuyen a aumentar la importancia comercial de un

imperio. Tras el cierre del libre tránsito, la corona española apoya a Cristóbal Colón en su propósito de emular a Marco Polo en los viajes transoceánicos, que se trastocan en el llamado “descubrimiento” de un *nuevo* mundo (la manera como se suele denominar a lo que no conocemos, antes que admitir ignorancia).

El descubrimiento de una ruta comercial implica la desarticulación de la organización política existente, el irrespeto a la determinada forma de vida, la destrucción de los



valores propios de esa cultura y la desvalorización de la ética (modo de ser) en que se fundamentaba.

La Isla Quisqueya, Haití o Babeque: nombrada como La Hispaniola, en premio a la osada aventura, constituye un claro exponente del avasallamiento, arrase colonial, genocidio y epistemocidio: la cultura taína hoy solo se recrea en los museos, en el cazabe que viene del arahuaco *Cazabi* (un delicioso manjar con sabor a nada elaborado a base de harina de yuca) y en la cédula de identidad y electoral que, como resabio de la antinegritud de la dictadura Trujillista, *indio* se coloca como color de la piel.

2.1 De Adam Smith a Paul Krugman

La *Tableau Économique*, publicada en 1758, obra en la que el médico François Quesnay, formaliza las relaciones del flujo circular de la renta a la manera de la circulación sanguínea y atribuye al “gobierno de la naturaleza” (del griego *fisiocracia*) el origen de la riqueza, abre el camino para la frase atribuida a su discípulo Jacques Claude Marie Vincent de Gournay: “*Laissez faire et laissez passer, le monde va de lui même*” (*Dejen hacer, dejen pasar, el mundo va solo*), convertida en la piedra angular de la interpretación de Adam Smith de la economía de mercado en su *Investigación de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*, publicada en 1776, en la que postula la tesis de la división internacional del trabajo e inmortaliza la figura de la “mano invisible”.

El Maestro Raúl Prebisch y la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), en la primera mitad del siglo xx, a partir de evidencias empíricas, plantean más bien la tesis del deterioro de los términos del intercambio, ya que la “mano invisible” postulada por Smith, en lugar de corregir las distorsiones del mercado tiende a acentuarlas.

José Luis Sampedro, dice que la tal “mano invisible” es perfectamente visible y lo explica coloquialmente, cuando dice: “domina el más fuerte y se acabó” (2004, p. 39).

Casi dos siglos años después de Smith, Gunnar Myrdal, Premio Nobel de Economía 1974 compartido con Friedrich von Hayek, hace el camino inverso con su libro *An inquiry into the poverty of nations (Una investigación sobre la Pobreza de las Naciones)*.



La Teoría del Valor-Trabajo desarrollada por David Ricardo – que luego Karl Marx hace suya en *El Capital*, aunque vinculada a la distribución de la renta – conduce a Ricardo, a partir del ejemplo de la relación comercial entre Inglaterra y España, a plantear como el intercambio comercial lleva a la especialización productiva y retomando el principio de la ventaja relativa de Smith, postula la ventaja comparativa entre países, que da vida a su publicación de 1817, bajo el título de *On the Principles of Political Economy and Taxation* (la publicación en español se titula *Principios de Economía Política y Tributación*), definiendo así el pilar fundamental de la teoría clásica del comercio internacional.

Tal principio es posteriormente reformulado bajo la teoría de la proporción de los factores (el trabajo y el capital) en el Teorema Heckscher-Ohlin, inicialmente planteado en 1933 por Bertil Ohlin y modificado en 1919 por su alumno Eli Heckscher.

Más adelante, en 1966, Raymond Vernon, provoca un rompimiento de los supuestos de que todos los países tenían las mismas condiciones iniciales para su entrada en el comercio internacional, incluye la innovación tecnológica como fuente de ventaja competitiva y el análisis del ciclo de vida del producto (nacimiento o introducción, madurez y estandarización o declive) aplicado al comercio internacional.

Michael Porter, en 1990, publica *The Competitive Advantage of Nations* (*La ventaja competitiva de las naciones*), obra en la que promueve la tesis de la ventaja competitiva a nivel empresas (cadena de valor) y a nivel de país, presenta cómo interactúan naciones y regiones y sus fuentes de prosperidad económica y populariza el conocido *diamante* de Porter.

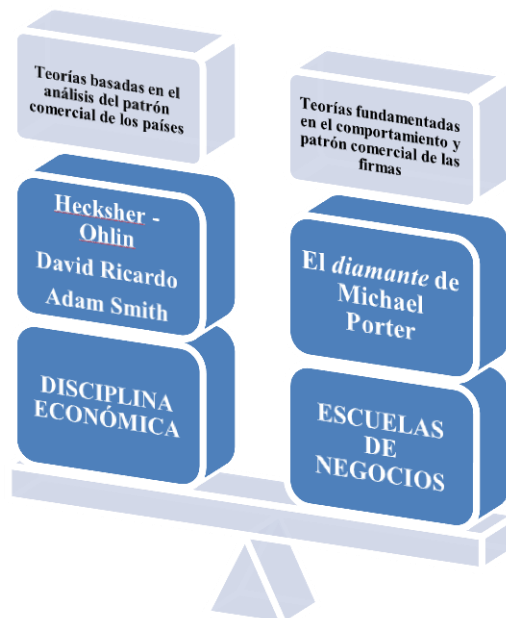
Paul Krugman, en 1994, publica *Competitiveness: A dangerous obsession* (*Competitividad: una obsesión dañina*), en el 2008, es galardonado con el Premio Nobel de Economía por sus contribuciones a la Nueva Teoría del Comercio y la Nueva Geografía Económica.

De manera que la interpretación de la lógica de funcionamiento del comercio internacional, se ha ido ampliando para incluir el poder de las organizaciones y la diferenciación entre comercio interindustrial e intraindustrial, entre otros temas de interés. Tales esfuerzos a través de su desarrollo, han generado diversas y variadas



perspectivas de interpretación que es posible ubicarlas a lo largo de un *continuum*, en uno de sus péndulos es posible “colgar” a las teorías basadas en el análisis del comportamiento y patrón comercial de los países, bajo la influencia de la disciplina económica; y del otro, a las teorías fundamentadas en el comportamiento y patrón comercial de las firmas, orientadas más bien desde las llamadas Escuelas de Negocios (Figura 2).

Figura 2 Teorías de análisis e interpretación del Comercio Internacional



Fuente: Elaboración propia con base en la bibliografía.

Tales corrientes de pensamiento han servido de base para estudios del comercio internacional que, por regla general, se pueden ubicar en la predominancia de dos macro tendencias de análisis:

- *Los Estudios Internacionales*, a partir de la compilación y análisis de información estadística para observar evolución, cotejar similitudes y diferencias y valorar relaciones fundamentales de las variables bajo análisis, desde la perspectiva de la comparabilidad entre países; y
- *Los Estudios Nacionales*, o de países en particular que se orientan más a la evolución del contexto particular del país que se trate, su configuración



institucional, avances, limitaciones y desafíos y persiguen propósitos diferentes a la comparabilidad internacional.

En los Estudios Internacionales, los países en tanto unidades de análisis, pueden resultar relativamente irrelevantes, pues en general buscan establecer las “grandes” tendencias. En efecto, un análisis sobre la capacidad exportadora de América Latina y el Caribe, difícilmente se detendrá en la configuración de los mercados de los productos exportables, o en el análisis de economía política de los *stakeholders* involucrados. A contrapelo, generalmente los Estudios Nacionales, dan particular importancia a los países como unidades de análisis y al contexto en que se inscriben y a los desafíos de política pública.

Tales enfoques no son contradictorios, ni uno suplanta al otro; por el contrario, deben resultar complementarios y re-pensar el potencial del comercio internacional desde el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad podría aportar a situarse en los vasos comunicantes.

2.2 El Atlas de la Complejidad Económica

En los estudios del comercio internacional llama la atención la escasa referencia a la complejidad. Hasta el momento, una única mención aparece en *The Atlas of Economic Complexity, Mapping Paths to Prosperity* (*El Atlas de la Complejidad Económica, Mapeando Caminos a la Prosperidad*). Una publicación realizado por *The Observatory of Economic Complexity* (*El Observatorio de la Complejidad Económica*) (<http://atlas.media.mit.edu>), de octubre de 2011, bajo la dirección de Ricardo Hausman, ex Ministro de Planificación de Venezuela y otros investigadores de la Universidad de Harvard. La idea central es que la dirección (el *driver*) del crecimiento económico es el conocimiento productivo, no la materia prima o la maquinaria, resultante de la combinación entre el conocimiento explícito (transferible por medio de la información y la formación) y el conocimiento tácito (ideas plasmadas en hecho) y esa capacidad es la que explica las desigualdades en la prosperidad entre países.



La complejidad económica es medida por la diversidad (número de productos y servicios) y el número de países productores de esos productos o servicios, construyen un índice y establecen un *ranking*, que refleja el monto de conocimiento presente en la estructura productiva de los países. En América Latina y el Caribe los mejores desempeños corresponden a México, Panamá y Costa Rica, 20, 30 y 49, respectivamente; y el peor a Nicaragua, 97; en posiciones intermedias se ubican El Salvador y República Dominicana, 60 y 64, respectivamente.

Más allá del escrutinio conceptual, el Índice de Complejidad Económica y su formalización matemática resultan interesantes, aunque su abordaje y desarrollo deja dudas de hasta qué punto responden a su nombre y si el uso del término complejidad es solamente una forma de denominación.

3. LA VISIÓN CONVENCIONAL DE LA CIENCIA

Plantear la necesidad de Re-Pensar el Potencial del Comercio Internacional desde el pensamiento complejo y las Ciencias de la Complejidad, implica rastrear la necesidad de una forma diferente de pensar. La visión convencional de la ciencia ha impregnado a la epistemología (del griego *ἐπιστήμη epistēmē*, "conocimiento", y *λόγος lógos*, "estudio") y traspasado la forma de entender el estudio del conocimiento, sobredimensionando el uso de la razón. Existe consenso de que tal visión le ha permitido a la humanidad dar pasos gigantescos en la producción del conocimiento y superar el criterio basado únicamente en la autoridad de la edad media. Empero, en buena medida, a expensas de arrinconar a la sabiduría como fuente de conocimiento (la emoción incluida) y a la integralidad (vida, cuerpo y alma) y desmeritar a otras formas de entender el mundo presentes en las culturas ancestrales.

La arquitectura paradigmática de la visión convencional de la ciencia impregnada en el experimento, como escrutinio de aislamiento de los fenómenos o hechos para su “mejor” estudio, se cifra en el apartamiento y disociación del objeto de estudio de su contexto y la separación del sujeto que observa del objeto observado, como supuesta garantía de objetividad (*neutralidad axiológica*). El determinismo (causalidad lineal) es



enarbolado como motor explicativo y se entroniza una cosmovisión fragmentada de la realidad: “divide y conocerás” y “entre más dividas, mejor conocerás”.

El presupuesto de que el conocimiento proviene de la experiencia (entendida ésta como el hecho de haber conocido) con la publicación de Francis Bacon, en 1620, el *Novum Organum* (o indicaciones relativas a la interpretación de la naturaleza); y la evidencia basada en la experimentación (prueba de la existencia) de Galileo Galilei, fundamentada en la observación (examen detallado de la realidad), la elaboración de hipótesis explicativas (suposición que lleva a conclusiones), la deducción (inferencias) y verificación (comprobación de la verdad). Estas elaboraciones – aunque con sus discrepancias internas y entre sí – producto de los dogmatismos imperantes en su época hacen tomar distancia de la ética y empiezan a erigir el monumental edificio que hoy reconocemos como método científico, por definición: *el camino hacia el conocimiento*.

La historia le atribuye el mérito a René Descartes (1596-1650), aunque planteado por filósofos menos conocidos de su época e incluso con anterioridad. Figura altamente ponderada (por revivir y redefinir a la filosofía) y también vilipendiada (por promover la simplicidad), de cuyo nombre en latín: Renatus Cartesius, deviene el término cartesiano, que da nombre al método equiparado al método científico: método cartesiano.



3.1 El Método Cartesiano

21 Reglas para la dirección del espíritu, es un trabajo inconcluso, escrito en latín, posiblemente en 1628 y publicado en forma póstuma en 1701. Según su propia argumentación, se trata de un discurso y no de un tratado, porque no era su intención enseñar, sino hablar, ¿paradoja del destino o pretensión oculta?

En el *Discurso del Método...* forma abreviada que se completa con *para conducir bien la propia razón y buscar la verdad de las ciencias*, publicado en 1637, en su lengua materna (italiano) y no

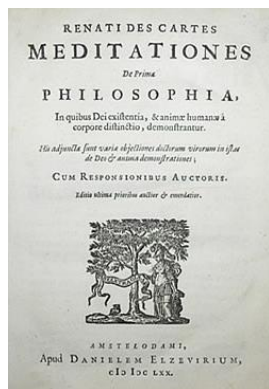


en la lengua erudita de la época (el latín), seguido de tres ensayos (la Dióptrica, los Meteoros y la Geometría) Descartes reduce su planteo inicial del método, entendido como reglas ciertas y fáciles, a cuatro (4) preceptos: Regla I: la **evidencia**, Regla II: el **análisis**, Regla III: la **síntesis** y Regla IV: la **enumeración y revisión**. Paradójicamente, su *mejor* lectura no es lineal, sino circular, en el sentido de las manecillas del reloj (Tabla 1).

Tabla 1 Descartes y las cuatro reglas del método

<p style="text-align: center;">Regla I La evidencia</p> <p>“No admitir jamás como verdadero cosa alguna sin conocer evidencia que lo era: es decir, evitar con todo cuidado la precipitación y la prevención, y no comprender en mis juicios nada más que lo que se presentara tan clara y distintamente a mi espíritu que no tuviese ocasión alguna para ponerlo en duda”.</p>	<p style="text-align: center;">Regla II El análisis</p> <p>“Dividir cada una de las dificultades que examinase en tantas partes como fuera posible y como requiriese para resolverlas mejor”</p>
<p style="text-align: center;">Regla IV La enumeración y revisión</p> <p>“Y el último, en realizar en todo unos recuentos tan completos y unas revisiones tan generales que pudiese estar seguro de no omitir nada”.</p>	<p style="text-align: center;">Regla III La síntesis</p> <p>“El tercero, en conducir por orden mis pensamientos, comenzando con los objetos más simples y más fáciles de conocer para ascender poco a poco, como por grados, hasta el conocimiento de los más compuestos, suponiendo incluso un orden entre los que se preceden naturalmente unos a otros”.</p>

Fuente: Elaborado a partir de Descartes, 2004, p. 11.



En *Meditaciones Metafísicas...*, cuyo título completo continúa diciendo *en las que se demuestran la existencia de Dios y la inmortalidad del alma*, publicado por primera vez en 1641, en latín, de una versión en castellano se lee: *¿Qué soy entonces? Una cosa que piensa. Y, ¿qué es una cosa que piensa? Es una cosa que duda, que entiende, que afirma, que niega, que quiere, que no quiere, que imagina también, y que siente...*”: (Descartes, 1977,

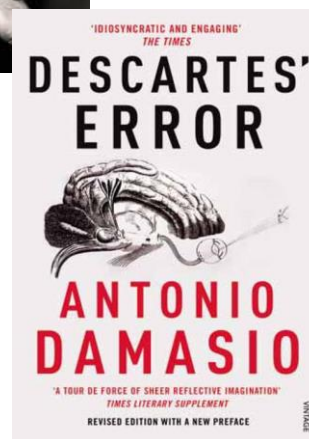


p. 25-27).

Con base en ese pensamiento Descartes encarna su postulado básico: la duda metódica, expresión de desconfianza y cautela; y postula a la intuición – en tanto inspección del espíritu – como el acto que aprehende el conocimiento inmediato; y que, junto a la deducción, entendida como toda interferencia necesaria a partir de otros hechos o ideas que son conocidos con certeza, constituyen las dos operaciones fundamentales de la mente: de lo particular a lo general y de lo general a lo particular.

A partir de la *Res*, del latín *cosa*, establece una dualidad entre la *Res Extensa*, sustancia material o corpórea (el cuerpo) y la *Res Cogitans*, sustancia pensante (la mente): la imaginación, el sentimiento y la voluntad, que llevan al acto de “ser consciente de”, en la que el cuerpo puede afectar a la mente, pero no a la inversa.

Esa noción dualista que viene de Platón, es la que Antonio Damasio, neurólogo de origen portugués, sustrae como *El Error de Descartes: la emoción, la razón y el cerebro humano*, en su publicación de 1994, y al respecto, se pregunta: “¿Cuál fue entonces el error de Descartes? O mejor aún: ¿Cuál de los errores de Descartes pretendo aislar, rigurosa e ingratamente? *Je pensé, donc je suis*” (cuya traducción más precisa al castellano sería: *pienso, por lo tanto existo*, aunque se ha divulgado bajo la forma de *pienso, luego existo*; en latín, *cogito ergo sum*).



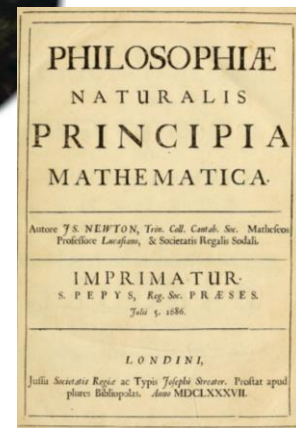
“Somos y después pensamos, y pensamos solo en la medida que somos, porque las estructuras y las operaciones del ser causan el pensamiento (dice Damasio) ... Este es el error de Descartes; la separación abismal entre cuerpo y mente, entre la sustancia medible, dimensionada, mecánicamente operada e infinitamente divisible del cuerpo, por una parte, y la sustancia sin dimensiones, no mecánica e indivisible de la mente ... Específicamente: la separación de las operaciones más refinadas de la mente de la estructura y operación de un organismo biológico” (Damasio, 1999, p. 276 -278).



3.2 El Universo según Newton

Isaac Newton (1642-1727), con su mente prodigiosa describe la Ley de Gravitación Universal, en su obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (*Los Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*) de 1667, mejor conocido como los *Principia*. Todo está sujeto a una misma ley: la fuerza de gravedad, desde una manzana que cae al suelo, hasta los planetas en su órbita. Provee una formulación matemática consistente en la concepción del universo como una máquina, esencialmente un reloj con los atributos de la exactitud y la predicción. Marcando así un punto de inflexión en la historia de la ciencia, que abre un “apetito insaciable” por la búsqueda de leyes simples e inmutables.

Esta visión de mundo sería completada por Pierre Simón de Laplace (conocido como el “demonio” de Laplace) quien creía firmemente en el determinismo causal. En 1805, al presentar a Napoléon, su obra *Mecánica Celeste* y plantear que la creación del mundo es una hipótesis prescindible, catapultó la disociación entre la ciencia, la espiritualidad, el arte, el humanismo, la ética y la estética incluidas. Ya no solamente se impone la razón, sino también la dinámica explicativa del universo en la inequívoca relación causa-efecto.



Sobre la base de la experimentación como método de comprobación y validez, la física se encumbra como parangón de la ciencia y prototipo imperante a emular.

3.3 El impacto de la visión mecanicista en la modernidad

Del binomio Newton-Descartes y otros pensadores al estilo de Laplace, el funcionamiento de los sistemas mecánicos, que redefine la relación con la naturaleza, pasa a ser el la “clave” de la interpretación y organización del mundo moderno, bajo un



conjunto de presupuestos o preceptos, en particular la linealidad, y con ella la dicotomía o dualidad, pasando por alto la premisa de que tales sistemas, los mecánicos, a diferencia e los sistemas humanos, por sus características no cambian, no evolucionan y no aprenden: solo funcionan (bien o mal) o dejan de funcionar (del todo o parcialmente), no conocen punto medio, su ensamble depende de cada parte en su lugar y sólo en el lugar que le corresponde para responder a la funcionalidad para la que son creados (Tabla 2).

Tabla 2 Presupuestos de la visión mecanicista

- A) El presupuesto de identidad estática:** la partícula elemental es estable, eterna e idéntica a sí misma. Como no posee estructura interna, las relaciones entre las partículas sólo modifican su posición y velocidad.
- B) El presupuesto de totalidad mecánica:** en las relaciones mecánicas el todo es igual a la suma de las partes. Cada elemento es independiente y no hay entre ellos interacciones facilitadoras, inhibidoras o transformadoras que pudieran tener un efecto de transformación cualitativa. Los vínculos son siempre externos.
- C) El presupuesto de independencia absoluta:** El Sistema mecánico en su totalidad es concebido como un sistema cerrado.
- D) El presupuesto de conservación:** El funcionamiento del sistema mecánico es conservador puesto que no puede pensarse la transformación cualitativa, todo cambio ha de ser reversible. No hay evolución sólo desplazamiento y reordenación exterior.
- E) Presupuesto de linealidad:** La magnitud de los efectos es proporcional a la de sus causas. Esta es una exigencia tanto conceptual como inherente al lenguaje matemático utilizado en la ciencia clásica.

Fuente: Tomado de Najmanovich, 2014.



El ejemplo paradigmático de la funcionalidad de la visión mecanicista es el reloj que, como máquina está dotado de uniformidad, sincroniza e individualiza, se aísla del ambiente y así está en capacidad de cumplir con su función en forma eficiente, sin que le afecten las inclemencias del clima. Su precisión, desde los relojes de pulsera hasta los relojes atómicos, sustituye al *reloj del sol*, una invención de la antigüedad que aún se puede observar en la ciudad colonial de Santo Domingo, o a las campanas de las iglesias que indicaban a la gente de las comunidades los tiempos de sus tareas cotidianas y la separación con el ocio.



Y, ahora en tiempos recientes, el *microchip* o circuito integrado, que realiza numerosas funciones en ordenadores y dispositivos electrónicos. Los microprocesadores, desde las computadoras hasta los más diversos artefactos electro-domésticos, pasando por los teléfonos celulares y las tabletas electrónicas digitales, programan el aislamiento del mundo circundante e incluso hacen aparentar que se escucha, mientras la mente divaga en mil y una cosas en velada forma de distracción.

Sobre la base de la estandarización, la normatividad, la exactitud, la precisión, la estabilidad, la uniformidad, la disciplina, la autoridad y el control, la humanidad traspasa umbrales de profundas transformaciones: desde la sustitución de la energía física por la energía mecánica en la revolución industrial, la organización de las ciudades, la



instauración de la burocracia como forma de organización del Estado, la automatización y organización de la producción sobre la base de la especialización, la distribución del trabajo y la efectividad en los tiempos de ejecución (la producción, en serie, cadena de montaje o línea de ensamblado), hasta la conquista del espacio: en 1968, la Misión Apolo 11 “aluniza” y la célebre frase “*Es un pequeño paso para el hombre y un gran paso para la humanidad*” se transmite por televisión a todo el planeta.

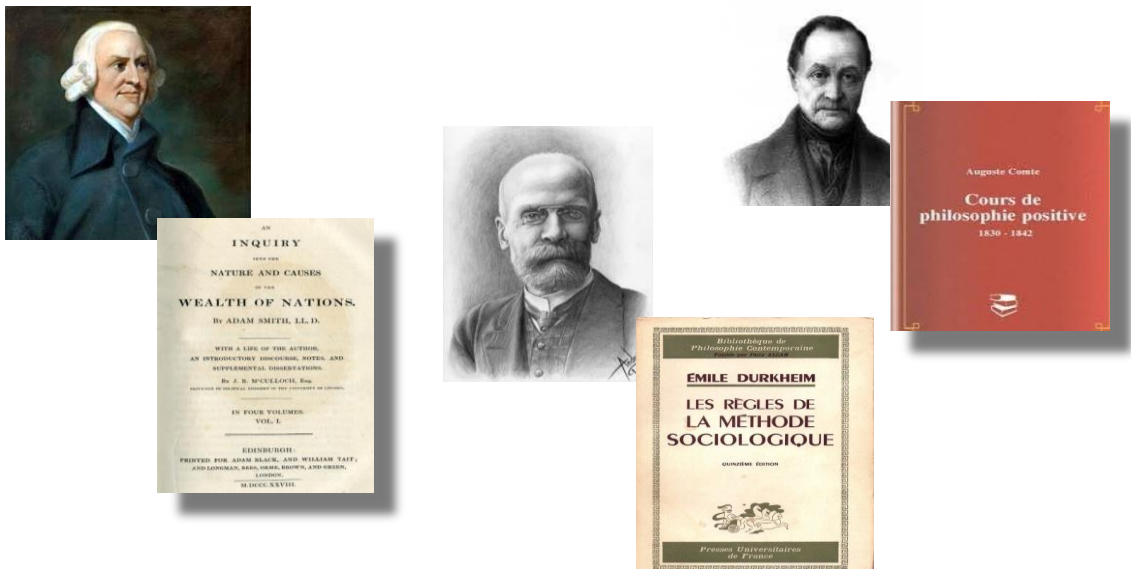
3.4 La separación y especialización de las disciplinas

Bajo el “paraguas” de la individualización se inicia la tradición de definir objetos de estudios de manera independiente y autosuficiente, recurriendo a los métodos propios de la física (la observación, la experimentación y la comparación), adoptando a la linealidad, la dicotomía y la separación como presupuestos fundamentales o “claves” de interpretación de la organización del universo: el pecado original...

La Economía. Del latín medieval *oeconomia*, y este del griego *οἰκονομία oikonomía*, de *οἶκος oikos* 'casa' y *νέμειν némein* 'distribuir', 'administrar', la historia sitúa la utilización del concepto alrededor del año 362 a.C., en un diálogo Socrático de Jenofonte, luego traducido por Cicerón al latín. Mucho tiempo después, Adam Smith lo separa de su sentido original y lo circunscribe a las relaciones de intercambio propias de la economía de mercado, por encima de otras formas de intercambio, disgrega y diferencia su estudio de la filosofía y da paso a lo que durante siglos se ha conocido y reconocido como la disciplina económica. En 1776 publica *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations (Una Investigación de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones)*, veinte y siete años después que expusiera la figura del espectador “imparcial” en la *The Theory of Moral Sentiments (La Teoría de los Sentimientos Morales)*. La economía como disciplina abraza con fervor su objeto de estudio, adoptando al principio metodológico de *Cæteris p̄aribus* (mejor conocido como *ceteris p̄aribus*), literalmente “siendo las demás cosas iguales” (aunque en realidad no lo sean) para así lograr “domar” a la realidad del mercado en aras de su “mejor” explicación.



La Sociología. Augusto Comte, en su curso Filosofía Positiva iniciado en 1830 y publicado en 1842, hace lo propio al renombrar a la Física Social de Antoine de Saint Simon con el término de Sociología, del latín *socius*, socio, y –logía, tratado o estudio, y sienta las bases del positivismo: la ciencia, como única forma de alcanzar el conocimiento. Seguido por Émile Durkheim con las *Reglas del Método Sociológico*, de inspiración cartesiana, que sienta las bases para el desarrollo de la Sociología como disciplina en busca de la explicación racional-causal de los fenómenos sociales.



Otras disciplinas. La geometría se pluraliza, el álgebra se disocia, la estadística se independiza de las matemáticas. La especialización *in crescendo*, sinónimo de ritual del avance del pensamiento científico, conlleva a la hiperespecialización que, a su vez, deviene en la escisión constante y la emergencia de “nuevas” subdisciplinas. La medicina constituye, quizás, el mejor exponente de la disyunción, al abordar cada parte del ser humano en forma aislada y separada, sin la advertencia de conexiones e interconexiones, al punto incluso que los efectos secundarios de las prescripciones es bajo el escrutinio de las regulaciones y demandas por daños que empiezan a salir a la luz pública y a colocarse como letra “menuda” con astucia y sagacidad.



4. EL PENSAMIENTO COMPLEJO Y LAS CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD

El pensamiento complejo está presente en las estrategias de indagación de la vida, ora en la mitología y la religión, como en la filosofía y también en la ciencia. No obstante, es a partir de la mitad del siglo pasado, que se empieza a revisibilizar su funcionalidad explicativa, en particular con el proceso de formación de las Ciencias de la Complejidad, recibiendo valoraciones positivas desde la llamada tercera cultura (encuentro entre la ciencia y las humanidades, Brockman, 2000), resaltando su capacidad explicativa (Lewin 1995), su adaptación a la altura de los tiempos (Merry, 1995); como también ponderaciones negativas (Dresden, 1992, Horgan, 1995 y Sardar y Ravetz, 1994).

4.1 Las raíces

Los antecedentes primigenios o “raíces” del pensamiento complejo pueden ubicarse en conocidos pensadores de la antigüedad:

✓ En oriente desde el *Yijing* (o *I King* o *I Ching*) (en chino tradicional: 易經; en chino simplificado: 易经; en pinyin: yì jīng) cuya escritura de sus primeros textos se supone es iniciada hacia el siglo iv a. C. y que significa el libro de las mutaciones o los cambios; o el *El Libro del Tao* (o «*Dao*»: «*Camino*») de Lao-Tzu (quien pudo haber vivido en el siglo iv a.C.).

✓ En la antigua Grecia con Heráclito de Éfeso (535 a.C. – 484 a.C.) que aunque no quedan más que fragmentos de sus obras, se le conoce y recuerda por su idea del cambio inmanente e incesante: “*nadie se baña dos veces en el mismo río*”; así como en Aristóteles (384 a. C. – 322 a.C.), con la *eudaimonía* plenitud del ser para el florecimiento humano.

✓ Pasando a Baruch de Spinoza (1632- 1677) con el principio de *haecceidad* (individuación) que niega la dualidad, (quien cristianizó su nombre a Benedicto, que también significa *bendito*) y hoy día es ponderado como el filósofo de filósofos.

✓ Y, la inspiración de un sistema aún más vasto en la dialéctica de Friedrich Hegel (1770-1831), quien se acerca a la comprensión compleja desde la lucha u



oposición entre contrarios, luego retomado por Karl Marx (1818-1883): “lo concreto es concreto porque es la síntesis de múltiples determinaciones: unidad de lo diverso” y por Friedrich Engels (1820-1895) en sus diversas aplicaciones del materialismo dialéctico (Figura 3).

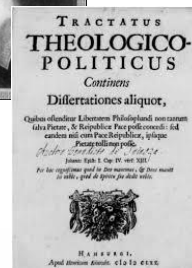
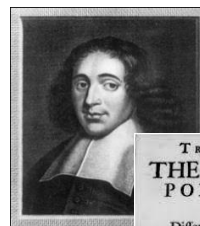
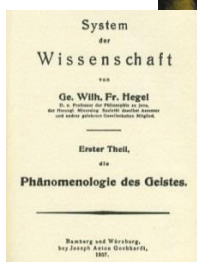
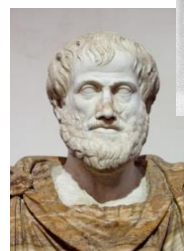
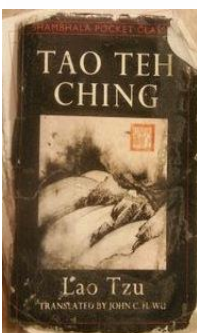
Figura 3 Las raíces del pensamiento complejo

Dialéctica: oposición entre contrarios.
Friedrich Hegel.

Haecceidad: principio de individuación.
Baruch de Spinoza

Eudaimonía, plenitud del ser.
Aristóteles (384 a. C. – 322 a.C.)

“El Libro del Tao” (o dao: ´camino´)
Lao-Tzu (Siglo iv a.C.)



4.2 El replanteamiento de la física

De la confrontación entre dos teorías que pretenden explicar el universo, sustentadas por varios físicos acreedores del Premio Nobel de Física: Einstein, Rose y Podolsky, conocido con el nombre de efecto ERP, por un lado; y Bohr, Heisenberg y Born, por el otro, empiezan a surgir nuevas formas de entender la física. Como en sus orígenes iniciales, esta disciplina volverá a tener un fuerte impacto en la forma de concebir a las demás ciencias. Este proceso de replanteamiento de la física que, obviamente, no es lineal; y, no siempre queda claro el detonante, pasa por la acumulación de un conjunto de acontecimientos, que abren paso a una interpretación diferente del universo, en la que ya no se le concibe como una máquina compuesta por partes, sino como un todo armonioso o indivisible, de ahí que se comience a sustituir el término universo por *omniverso*, *holoverso* o *metaverso*.

La concreción más impresionante de tal replantamiento es la “poderosa” física cuántica, cuyo vertiginoso desarrollo permite engendrar signos de destrucción (la bomba atómica y reactores nucleares) y al mismo tiempo tiene un impacto tecnológico positivo en la comunicación (transmisor, circuitos integrados y fibra óptica), en la medicina (diagnósticos radiológicos, resonancia magnética y cirugía láser) y en la filosofía de la ciencia (transformando la epistemología). A su paso provoca cambios de paradigmas cada vez más rápidos, entendido esto a la manera en cómo lo ilustra Thomas Kuhn, en su polémico y debatido libro *The Structure of Scientific Revolutions (La Estructura de las Revoluciones Científicas)*, publicado en 1962.

4.2.1 Las bases

Las bases del replanteamiento de la Física es posible rastrearlas en los ensayos matemáticos no lineales de Henri Poincaré (1854-1912), a quien se le atribuye haber llegado a la Teoría de la Relatividad antes que Einstein. Sus análisis dan paso a una interpretación que transforma al universo según Newton, al dudar de la forma absoluta de las nociones de tiempo y espacio.



4.2.2 La física en su acercamiento a la termodinámica

La física como disciplina, empieza a mover los cimientos de la mecánica clásica y su centralidad en la linealidad causa-efecto, al expandir sus dominios *al calor* (valga la redundancia) de la termodinámica, del griego *θερμο*, termo, que significa “calor” y *δύναμις*, dínamis, que significa «fuerza». En términos simples, se puede expresar como transferencia de energía. La interpretación del calor como movimiento de las partículas cambia, en forma radical, el acercamiento de la física a su objeto de estudio.

Un breve repaso por las leyes de la termodinámica indica que la Ley Cero o Principio Cero, postula que si dos objetos (A y B) están por separado en equilibrio térmico con un tercer objeto (C), entonces también deben estar en equilibrio térmico entre ellos.

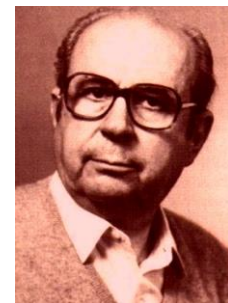
La Primera Ley, o *principio de la conservación de la energía* (capacidad o posibilidad de realizar un trabajo en sentido amplio), establece que *la energía ni se crea, ni se destruye, solo se transforma*.

La Segunda Ley, o *principio de entropía*, palabra que también viene del griego *έντροπία* que significa evolución o transformación, indica que en esa transformación, la energía pierde su calidad y se degrada, disminuyendo las posibilidades de su aprovechamiento.

El nombre de entropía, concepto fundamental en la termodinámica, procede de Rudolf Clausius, durante la década de 1850. Ludwig Boltzmann, autor de la llamada *constante de Boltzmann*, la expresa en forma matemática desde el punto de vista de la probabilidad, en cuya ecuación ya aparece la noción de irreversibilidad.

En resumen, la energía se presenta en dos estados con cualidades diferentes: energía *disponible o libre* (que permite producir trabajo) y energía no *disponible o disipada* (que no puede ser utilizada), la primera se transforma en la segunda, pero no al revés, es lo que se entiende por irreversibilidad del proceso, concepto que pasa a ser utilizado por otras disciplinas, para dar cuenta o expresar que “no hay vuelta atrás”.

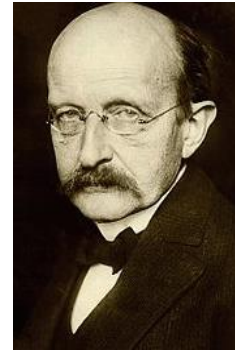
En 1971, Nicholas Georgescu-Roegen, uno de los teóricos fundacionales de la Economía Ecológica, publica *The Entropy Law*



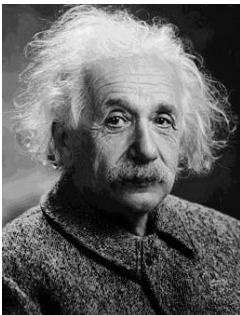
and the Economic Process (La Ley de Entropía y el Proceso Económico), partiendo de una crítica a la epistemología mecanicista y sus limitaciones, plantea la asociación del concepto de *entropía* con cambio, cualidad y aleatoriedad, reivindica el concepto de evolución y lo aplica al cambio económico, mediante la denominación de BioEconomía, con lo que agrega una visión radicalmente diferente del proceso productivo y postula una cuarta ley de la termodinámica: la materia disponible se degrada de forma continua e irreversiblemente en materia no disponible. Postulado posteriormente abandonado por ser considerado como un corolario de la segunda ley.

4.2.3 El cuanto y la constante de Planck

Tras más de 25 años de trabajo, apenas iniciando el siglo xx, Max Plank, premio Nobel de Física 1918 (antes que Einstein) “por las aportaciones que realizó a favor del avance de la física, debido a sus descubrimientos sobre los *cuantos* de energía”, publica *La teoría de la ley de distribución de energías del espectro normal*, en la cual plantea el *cuanto*, del latín *quantum*: partícula elemental, como el *paquete* fundamental de la energía. Establece una constante que lleva su nombre, la cual representa la relación entre la cantidad de energía y de frecuencia asociadas a un *cuanto*. Su pensamiento ha inspirado múltiples desarrollos tanto desde de la Sociedad Max Planck, una red de institutos de investigación en Alemania, como desde otras iniciativas.



4.2.4 La teoría de la relatividad.



Para el público en general un genio excepcional y para una parte de la comunidad científica un plagiador compulsivo: su nombre Albert Einstein (1879-1955), premio Nobel de Física 1921, “por sus aportaciones a la física teórica y, especialmente por el descubrimiento de la ley del efecto fotoeléctrico”. Postula la teoría de la relatividad, bajo una única y sencilla fórmula matemática:



$$E = mc^2$$

Dónde:

E es energía,

m = masa

c = velocidad de la luz

Publica los fundamentos de la Teoría de la Relatividad, en 1916, en un artículo con el título de *El fundamento de la teoría general de la relatividad*. El mismo Einstein traduce en forma jocosa su descubrimiento:

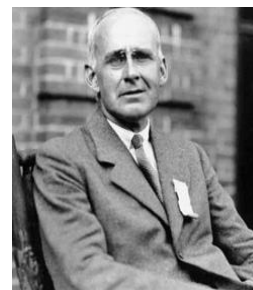
*“Cuando uno corteja a una chica guapa, una hora parece un segundo.
Cuando uno se sienta sobre carbón ardiente, un segundo parece una hora.
Esa es la relatividad”.*

Albert Einstein

Dedicó los últimos años de su vida a la búsqueda a la búsqueda de la teoría del campo unificado que, más tarde, desviviría a físicos como Stephen Hawking.

4.2.5 La Flecha del Tiempo.

Unos años después que Einstein planteara la Teoría de la Relatividad, es el astrofísico Arthur Stanley Eddington quien, con sus observaciones, confirma en forma definitiva dicha teoría. En 1923, publica *Mathematical Theory of Relativity* (Teoría Matemática de la Relatividad) que el mismo Einstein considera como la mejor introducción a la teoría de la relatividad. En 1927, utiliza el concepto *flecha del tiempo* y un año después lo incluye en su publicación *The Nature of the Physical World* (La naturaleza del mundo físico) para describir la propiedad unidireccional del tiempo que no tiene su par en el espacio, con lo cual rompe la dicotomía entre el “antes” y el “después”.



La flecha del tiempo

“si dibujamos una fecha del tiempo en forma arbitraria y al seguir su curso se encuentran más y más elementos aleatorios en el estado del universo la flecha está apuntando al futuro; mientras que, si es al contrario, es decir, si el elemento aleatorio disminuye la fecha estará apuntando hacia el pasado”.

Arthur Stanley Eddington

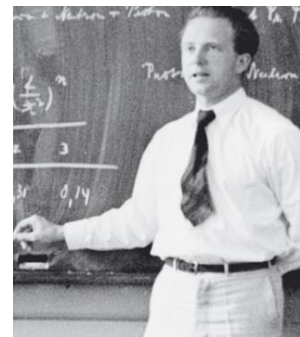
4.2.6 Dos principios fundamentales de la “nueva” física.

Los orígenes de la física cuántica pueden encontrarse en el siglo tras anterior, pero es a partir del primer cuatrienio del siglo xx, que se tiende a situar su consolidación como disciplina naciente. La física cuántica alude a un campo unificado en el que actúan las cuatro fuerzas primordiales: la gravitacional, la nuclear fuerte, la nuclear débil y la electromagnética. Su impacto es creciente en la reformulación de otras disciplinas como la biología, la sociología, la filosofía y la educación, entre otras.

El replanteamiento de la mecánica clásica a través de los descubrimientos de la física cuántica, ocurre de la mano de dos físicos, que la impulsan con fuerza, especialmente a partir de la formulación de dos principios fundamentales: *El principio de Incertidumbre* y el *principio de Complementariedad*, ambos propuestos formalmente en 1927, posteriormente con un amplio impacto en la redefinición de la visión convencional de la ciencia.

4.2.6.1 El principio de Incertidumbre

Werner Heisenberg, premio Nobel de Física 1932, “por la creación de la mecánica cuántica, cuya aplicación tiene, entre otras cosas, el estudio y descubrimiento de las formas alotrópicas del hidrógeno”, es quien plantea el *principio de Incertidumbre* (o *relación de Indeterminación*), con el cual introduce la posibilidad de quien observa como parte de lo observado. Utiliza la mecánica matricial (representación de las propiedades físicas de una partícula



en una matriz), hoy en día una estructura sin “novedad”, pero que en su momento implicaba un punto de ruptura con la causalidad lineal y su forma daría paso a múltiples aplicaciones en disciplinas como la economía, entre otras.

El principio de Incertidumbre (o relación de indeterminación)

*Resulta imposible determinar de forma exacta
y simultáneamente la posición y el momento de un objeto.*

Werner Heisenberg

4.2.6.2 El principio de Complementariedad

Niels Bohr, Premio Nobel de Física 1922, “por sus servicios en la investigación y estructura de los átomos y de la radiación que de ellos emana”, formula el *principio de Complementariedad*, dando paso a la redefinición de la naturaleza de la relación causa-efecto.



El principio de Complementariedad

*Los objetos cuánticos tienen una dualidad, actúan como onda
(con propiedades como la longitud y la frecuencia), y como partícula
(con propiedades tales como el momentum y la posición).*

Niels Bohr

Bohr en 1927, en colaboración con Werner Heisenberg y Max Born, también premio Nobel de Física 1954, “por sus investigaciones fundamentales sobre la mecánica cuántica y, especialmente, por su interpretación estadística acerca de la función de ondas”, formula la Interpretación de Copenhague, designada con ese nombre por ser la ciudad donde residía el primero. Dicha interpretación recoge ambos principios: el principio de Incertidumbre y el principio de Complementariedad.

4.2.7. Dos teoremas que remarcan el curso de la física cuántica

Posterior a los aportes de Heisenberg y Bohr, con el enunciado de sus respectivos principios indicados arriba, la formulación de dos teoremas, el *teorema de Gödel* y el *teorema de Bell*, tienen un fuerte influjo en remarcar el curso de la física cuántica y



juntos (principios y teoremas) derivan en impactos de gran envergadura en el entendimiento de la física y de otras disciplinas.

4.2.7.1. El teorema de Gödel

En 1931, Karl Gödel, con sólo 25 años de edad, publica el artículo *Sobre las proposiciones formalmente indecidibles de los Principia Mathematica y sistemas conexos*, cuyo principal resultado es el *teorema de la Incompletud de la Aritmética*, mejor conocido como el teorema de Gödel, por medio del cual postula que en el proceso de conocimiento siempre quedará un vacío “incompleto”, a lo que se alude como un espacio de incompletud o incompletitud, como también se le denomina.



El teorema de Gödel (o teorema de la Incompletud o Incompletitud)

Todo sistema formal deductivo se enfrentará con proposiciones que no podrá demostrar ni refutar, por lo que queda, por así decirlo, “incompleto”.

Karl Gödel

4.2.7.2 El teorema de Bell

En 1964, el físico John Steward Bell, propone el teorema de Bell o desigualdades de Bell, según el cual existe un universo dotado de existencia legítima por derecho propio, en el cual todos los fenómenos ocurren sin exceder la velocidad de la luz (“ley de causalidad local”). Confirmado posteriormente, en 1972, por John Clauser, equivale a decir que al separar dos partículas que han estado en contacto, por más distantes que estén, la introducción de un cambio en una de ellas, producirá un cambio correlativo en la otra. Este planteamiento viene a ofrecer la evidencia para refutar la oposición de Einstein a la teoría cuántica (el conocido efecto ERP, ya mencionado).



La formulación más clara del Teorema de Bell es la ofrecida por el físico Henry Stapp, quien lo ha estudiado ampliamente.

El teorema de Bell (o teorema de la Imposibilidad)



“Si las predicciones estadísticas de la teoría cuántica son verdaderas, resulta incompatible la existencia de un universo objetivo con la ley de causalidad local”.

En la formulación de Henry Stapp

4.2.8 La atención en los quarks

En 1900, Richard Edward Taylor, Jerome Friedman y Henry Kendall comparten el premio Nobel de Física “por sus investigaciones pioneras en colisiones profundamente inelásticas de electrones con protones y neutrones ligados”, que posteriormente fueron de importancia esencial en el desarrollo de modelos en la física de partículas.

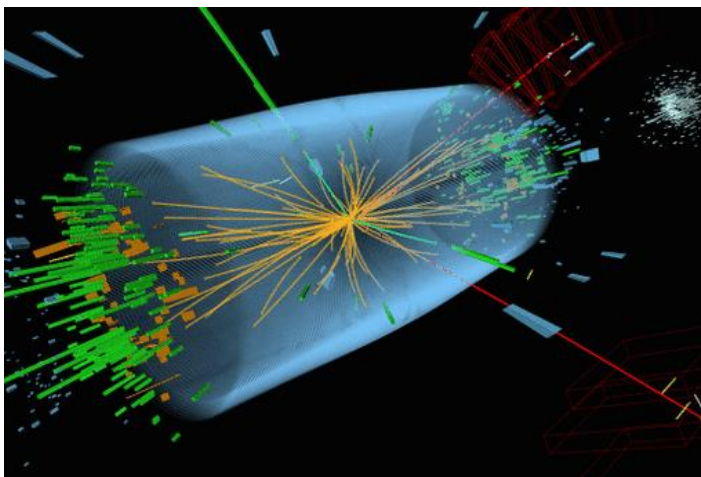
Empero, es en décadas posteriores, con el desmembramiento de la teoría atómica, ante las demostraciones de que los átomos no son indivisibles, como lo sugiere su nombre, sino que se componen de partículas como protones y neutrones, que la atención pasa a centrarse en los *quarks*.

Murray Gell-Mann, premio Nobel de Física 1969, “por sus contribuciones y descubrimientos sobre la clasificación de las partículas elementales y sobre las interacciones entre ellas”, clasificación a la que también llega de manera independiente Kazuhiko Nishijima, crea un modelo o esquema explicativo denominado en inglés *eightfold way* (como de ocho maneras). Se le reconoce a Gell-Mann el uso del término *quark* como una palabra sin sentido porque rimaba con *pork*, incluso él mismo admite que empezó a usarla sin ortografía, como algo similar a *kwork*, hasta que se cruzó con la palabra *quark*, que significa *el grito de la gaviota*, en el libro *Finnegans Wake* de James Joyce.

Se distinguen varios tipos diferentes de descubrimientos de *quarks*, uno tras otro. El último conocido como la partícula o *bosón* de Higgs, objeto de una búsqueda de medio siglo, confirmada recientemente, culmina con el premio Nobel de Física 2013 a Peter Higgs y Francois Englert, “por el descubrimiento teórico de un mecanismo que contribuye al entendimiento del origen de la masa de las partículas subatómicas”.



Argumento de la película de ciencia ficción *Solaris* producida en 1962 y de la serie de televisión *The Big Bang Theory* estrenada en el 2007. Así como también utilizado por León Lederman, premio Nobel de Física 1988, “por sus trabajos sobre los neutrinos”, quien, en 1993, publica con Dick Teresi, el libro *The God Particle. If the Universe Is the answer, What is the Question?* (*La partícula divina, si el universo es la respuesta ¿cuál es la pregunta?*), y dicen haberle dado ese nombre al libro porque el editor nos les hubiera permitido llamarle “The Goddamn Particle” (la Partícula “maldita sea”), aunque fuera un título más apropiado.



4.2.9 En busca de una Teoría del Todo

La búsqueda de una *Teoría del Todo* (mejor conocida como TOE, por sus siglas en inglés: *Theory of Everything*) ha estado presente en la física desde los tiempos en que Newton formulara la fuerza gravitatoria y posteriormente animada en la aparición de la fórmula de la relatividad con Einstein. En tiempos más recientes, ha ocupado un lugar central en la corriente principal de la física cuántica, como se expresa en las preocupaciones de John D. Barrow en *Teorías del Todo: hacia una explicación fundamental del universo* y en *El libro de la nada*. Así como, en *La unificación de las fuerzas fundamentales* de Abdus Salam, Premio Nobel de Física 1979 compartido con Sheldon Lee Glashow y Steven Weinberg, “por sus contribuciones a la teoría de la interacción débil y electromagnética unificada entre partículas elementales, incluyendo, entre otras, la predicción de la corriente neutra débil”. Publicación en la que participan Werner Heisenberg (el mismo del Principio de la Incertidumbre) y Paul Dirac, Premio Nobel de Física 1933, compartido con Erwin Schrödinger “por el descubrimiento de nuevas formas productivas de la teoría atómica”.



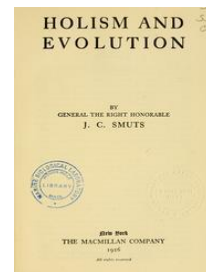
La búsqueda de la teoría del todo es retomada por Stephen Hawking en su obra *Historia del Tiempo. Del Big Bang a los agujeros negros*, continuada en *Brevísima historia del tiempo* en colaboración con Leonard Mlodinow. Su compulsivo interés en tal búsqueda es hermoso y elocuentemente descrito por Jane Hawking, su primera esposa, en *Mi vida con Stephen Hawking. Hacia el Infinito*, cuya primera versión, en forma más amplia, fue publicada en 1999, bajo el título de *Music to Move the Stars* y en el 2007 se publica *Travelling to Infinite. My life with Stephen*, en la que se basa la película bajo el título de *La Teoría del Todo*, nominada a cinco óscaros y ganadora de dos globos de oro, cuyo estreno coincide con la traducción del libro en castellano. Una reseña del mismo se puede ver en *Cuando leo “Mi Vida con Stephen Hawking”* (En <https://medium.com/@arlettepichardo/cuando-leo-mi-vida-con-stephen-hawking-hacia-el-infinito-6e039d097c4d#.5m4elgqo3>).

4.3 El renacimiento del Holismo

Las bases fundamentales del holismo (*holo- e -ismo*), del griego antiguo *holos*, que se refiere a algo “entero”, “completo” o “total”, provienen de la metafísica de Aristóteles: “*el todo es más que la suma de las partes*”. Sus principios aluden al entendimiento de los hechos desde las múltiples interacciones que los caracterizan y a una actitud integradora para su comprensión: unidad, totalidad; unicidad, singularidad; identidad, afirmación; mismidad, autenticidad; integralidad, multiplicidad; continuidad, multidimensionalidad; sinergia, potenciación; relacionabilidad, interacción; caos, renovación; uno complejo, interconectividad.

El renacimiento del holismo está marcado por la transformación de la manera de hacer ciencia, inaugurada por la física en su tránsito desde la hegemonía del átomo de Demócrito a la física cuántica.

La reintroducción de sus principios es inicialmente propulsada por la publicación *Holism and Evolution (Holismo y Evolución)* de Jan Smuts, en 1926, que redefine a la biología y tiene efectos notables en diversas disciplinas. En la psicología, con Alfred Adler en el sentido del vivir



(*The Science of Living*, publicado en 1927); en la siquiatria, más allá del lado racional con Carl Jung (1875-1961); en la ecología (*estudio de la casa*), fundada por Ernst Haeckel en 1873, y su desarrollo como producto de la polidisciplinariedad y no de la especialización, con el estudio de los ecosistemas por Eugene Odum (1913 – 2002) y la ecología “profunda” (que no separa al ser humano de su entorno) con Arne Naess; en la medicina que empieza abrir camino en el reencuentro de la mente y el cuerpo, y el poder de la primera sobre el segundo, la promoción de terapias alternativas, medicación natural y la amplia (y a veces poco confiable) pléyade de libros de autoayuda; en la Bioética, desde que Van Rensselaer Potter acuñara ese neologismo y sus diversas manifestaciones y la hermenéutica crítica de Adela Cortina; en la educación, con los aportes de Paulo Freire en *Pedagogía del Oprimido* (cuyo primer manuscrito es portugués es de 1968) y su amplia producción; en la espiritualidad, con la Teología de la Liberación, cuyos primeros acercamientos datan de finales de la década de 1960 y los planteamientos de Leonardo Boff, conocido como representante de la Teología de la Ecología, Premio Nobel Alternativo 2001.

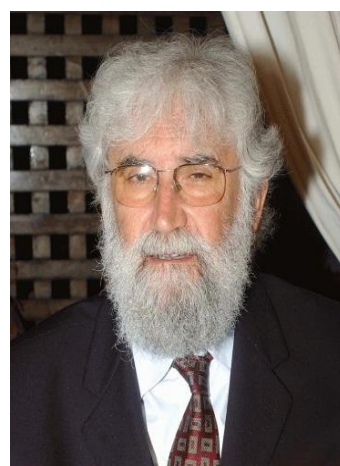
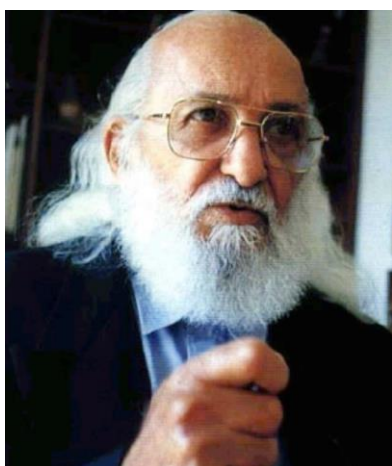
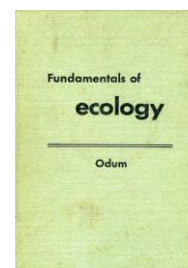
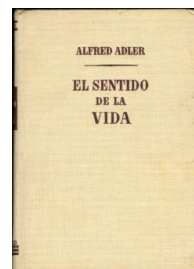


Figura 4 El *entronque* del pensamiento complejo

El renacimiento del Holismo El replanteamiento de la Física



4.4 El transcurrir del pensamiento complejo y de las Ciencias de la Complejidad

Varias generaciones en variadas, diversas y distintas maneras de aproximación aportan al transcurrir del pensamiento complejo y de las Ciencias de la Complejidad. El recorrido es posible reconstruirlo recurriendo a un sin fin de criterios. En este caso se intentó primero una organización estrictamente cronológica, para luego intentar “armar el rompecabezas” fundamentalmente a partir de publicaciones, consideradas hitos, en cuatro (4) momentos o estadios de desarrollo (no etapas, ya que pueden existir interconexiones). La forma de denominación utilizada en los momentos trata de responder a lo que se considera como su atributo principal (Recuadro 1).

Recuadro 1 El transcurrir del pensamiento complejo y de las Ciencias de la Complejidad

1. Los *cimientos*: los fundantes o *cimientos* de las Ciencias de la Complejidad, desplegando el *tronco*, se pueden ubicar, de una parte, en la interpretación del funcionamiento de la mente humana; y, de la otra, en la *Teoría de Juegos* como “telón de fondo”. Los aportes de la *Teoría Matemática de la Comunicación*, la *Cibernética* y la *Teoría General de Sistemas* dan origen al desarrollo de notables comunidades científicas por cuyo medio empiezan a surgir diversas conjugaciones disciplinarias.
2. El *despliegue*: en consenso o disenso con los cimientos, producto de elaboraciones diversas se advierten distintos desarrollos, ora en busca de una mayor complejidad del pensamiento complejo (valga la redundancia) ora en procura de la edificación de las Ciencias de la Complejidad: la



Cibernética de la Cibernética, las Estructuras *Disipativas*, la Teoría del *Caos*, la *Autopoiesis* y la Geometría de los *Fractales*, para mencionar algunas iniciativas.

3. La *bifurcación*: el transcurrir en una doble vía, de un lado la vertiente de las *corrientes digitales*, iniciadas en el mundo anglosajón, en procura del desarrollo de un bagaje teórico-instrumental para las Ciencias de la Complejidad; y, del otro, la vertiente de la *corriente analógica* del pensamiento francés, encabezada por Édgar Morín, más orientada hacia una ética (*modo de ser*) del pensamiento complejo.

4. La *amplificación*: el creciente aumento de la amplitud o intensidad del interés en el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad, hace que la *copa* se “desparrame” y se expresa en la multiplicación, socialización y divulgación de experiencias, destacándose aportes de los estudios de género y contribuciones de la reconceptualización de los paradigmas del desarrollo, amén del impacto de publicaciones de diversos autores de amplia difusión.

Fuente: Elaboración propia con base en la bibliografía.

4.4.1 Los cimientos

Una amplia comunidad de científicos, procedentes de las más diversas disciplinas, con encuentros y desencuentros, numerosas aplicaciones y especificaciones, entre 1944 y 1953, con el apoyo de la Fundación Joshia Macy Jr., intentan conectar distintos campos de saberes. Un común denominador es la implacable búsqueda de aplicaciones en ámbitos diversos, replanteando la reconstitución del objeto de estudio de algunas disciplinas y sus relaciones de significación, por encima de la hegemonía vigente de la unidisciplinariedad, que permite el desarrollo de conjugaciones interdisciplinarias (la Econometría, por ejemplo).

Así, los cimientos de las ciencias de la complejidad, como hoy se le conoce, surgen prácticamente en forma simultánea, aunque destacan demandas de primacía. Por ejemplo, Bertalanffy quien considera a la teoría de sistemas como una nueva disciplina, englobante de los otros enfoques (1968, p. 32).

4.4.1.1 Los precursores.

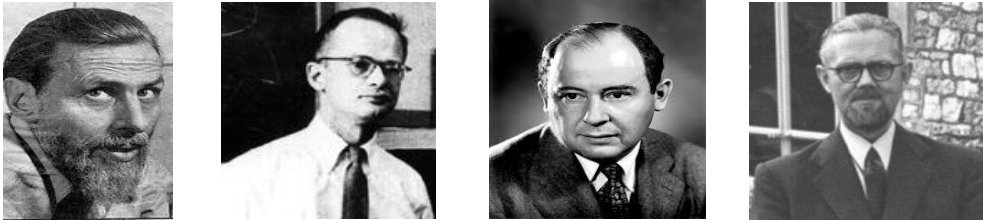
Entre los precursores con propuestas fundantes a partir de la década de 1940, es posible ubicar:



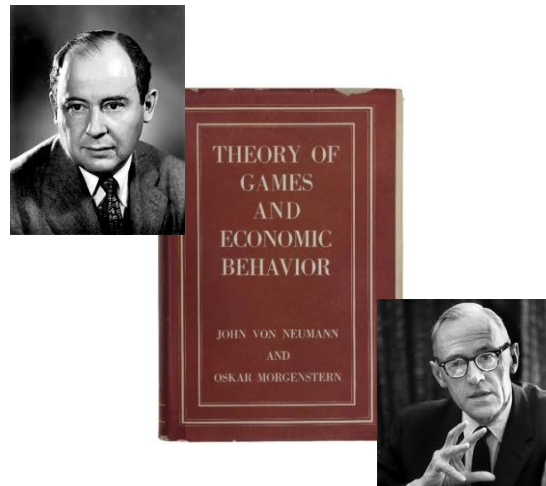
(1) los estudios basados en formalizaciones matemáticas del *Modelo de Comportamiento Neuronal* de Warren McCulloch y Walker Pitts, publicado en 1943, quienes por primera vez hablan de vida artificial, fuente de múltiples inspiraciones posteriores;

(2) la *Teoría de los Automatas* del matemático John von Neumann (1903-1957), quien recurriendo a un modelo análogo a las redes neuronales, a partir del entrelazamiento de diversas áreas de las matemáticas puras y aplicadas, transforma el mundo computacional con ulteriores aplicaciones en la robótica; y,

(3) la *Teoría de Autorganización de los Sistemas* del neurólogo Ross Ashby (1903-1972), entendida como capacidad que poseen los sistemas dinámicos abiertos para modificar sus propias estructuras organizativas, quien introduce los conceptos de variedad y restricciones y, en 1952, publica *Design of a Brain (Diseño para un cerebro)*.



El “telón” de fondo. El mismo John von Neumann, en 1944, en conjunto con Oskar Morgenstern publica *Theory of Games and Economic Behavior (Teoría de los Juegos y Comportamiento Económico)*, en el cual destacan la reciprocidad de la naturaleza de los problemas económicos y sociales y atisban la necesidad de un tratamiento diferente de su estudio por parte de la teoría económica. La teoría de los juegos inicialmente adoptada por la disciplina económica, amplía sus ámbitos de aplicación desde la estrategia militar, a la biología, la sociología, la filosofía y otras disciplinas, con subsecuentes ampliaciones y derivaciones.



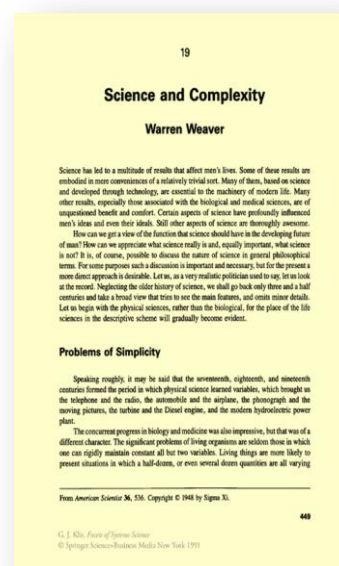
John Forbes Nash Jr. con 21 años escribe su tesis doctoral, en 27 páginas, sobre la Teoría de Juegos, en la que desarrolla el posteriormente conocido, difundido y aplicado Equilibrio de Nash, especialmente el llamado *dilema del prisionero*. Medio siglo después, en 1994, recibe el premio Nobel de Economía junto a Reinhard Selten y John Harsanyi. En *Una mente maravillosa*, Silvia Nassar, corresponsal en temas económicos, narra la vida de Nash, en un libro ganador del premio National Book Critics Circle Award y finalista del premio *Pulitzer*, publicado en 1988, en el que se basa la película homónima estrenada en 2001 acreedora de cuatro óscaros de la Academia de Hollywood (<https://www.youtube.com/watch?v=HHOLdGRGbAM>).

4.4.1.2 La promesa fundacional.

El sociólogo Warren Weaver, en su artículo seminal *Science and Complexity* (*Ciencia y Complejidad*), publicado en 1948, de cara y en correspondencia con los problemas de la historia de la ciencia, construye una taxonomía en la que destaca tres tipos de modelos de análisis: el mecánico, el estadístico y el sistémico.



- i. la *simplificidad*, derivada del uso de unas pocas variables en el análisis;
- ii. la *complejidad desorganizada*, caracterizada por el estudio de un alto número de variables asociadas con la teoría de la probabilidad y la mecánica estadística; y
- iii. la *complejidad organizada*, que se distingue por la autororganización, la emergencia de situaciones nuevas y la no-linealidad y remite a la noción de sistema, en tanto totalidad compuesta por unidades heterogéneas orgánicamente articuladas entre sí.



4.1.1.3 La Teoría Matemática del Información.

Un año antes de que Weaver propusiera su taxonomía, en 1947, el ingeniero Claude Shannon, publica un artículo bajo el título *A Mathematical Theory of Communication* (*Una Teoría Matemática de la Información*) en el cual amplía la teoría general de la información; y, un año después, en 1949, en conjunto con el mismo Weaver, continúa con la aplicación de un modelo – como su nombre lo indica – de leyes matemáticas a la comunicación. El concepto de información pasa a ser una parte esencial de los posteriores desarrollos, al punto que su nombre se simplifica a Teoría de la Información y aunque ha sido objeto de críticas demoledoras (Bertalanffy, 1976), los fundamentos del circuito de generación de información siguen teniendo validez, no obstante la linealidad en que se basa el modelo. De sus aportes surge la tecnología digital y el concepto de *bit*, tomado del lenguaje binario (acrónimo de *Binary Digit*), pasa a ser una unidad de medida de información universalmente reconocida (Figura 5).

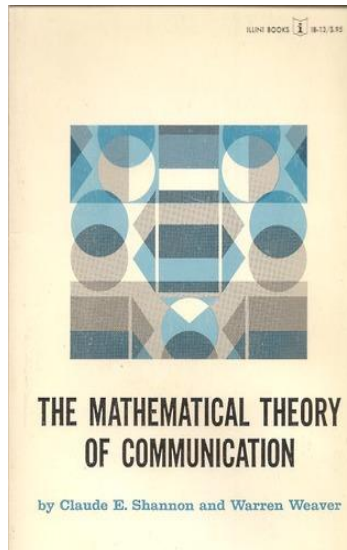
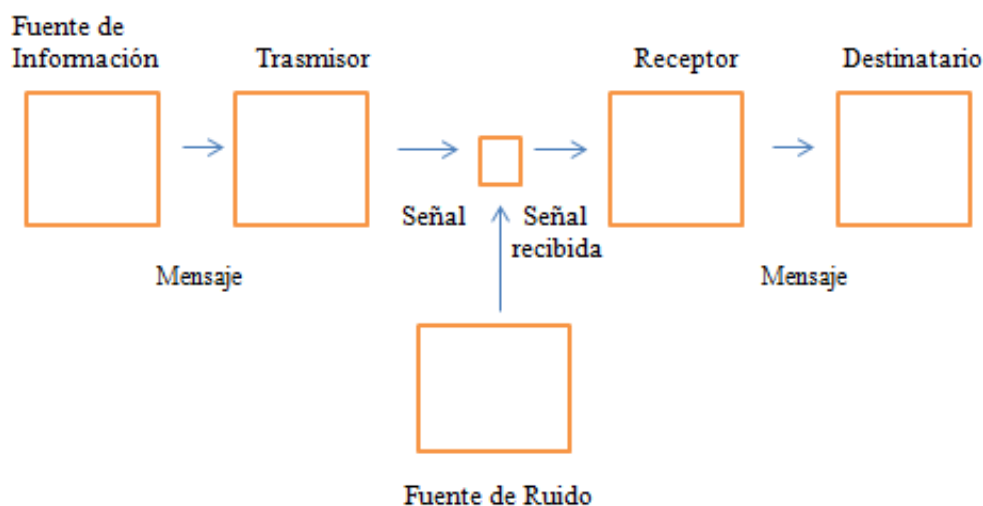


Figura 5 Diagrama esquemático de un sistema general de comunicación



Fuente: Tomado de Shannon 1949: p. 2.



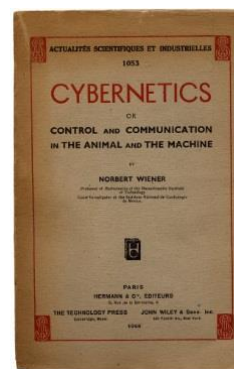
4.4.1.4 La Cibernética.

También un año después de la publicación de la taxonomía de Weaver, en 1948, el matemático Norbert Wiener, apoyado en sus trabajos con el médico Arturo Rosenblueth, y en estrecha relación con la Teoría de la Información, publica su mundialmente famoso *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine* (*Cibernética: o control y comunicación en el animal y en la máquina*), consagrando su uso bajo las ideas fuerza de control y retroalimentación, término que ya había sido usado por Platón para hacer referencia a la regulación de los sistemas para alcanzar equilibrio.



Relanza la idea del comportamiento emergente (las características del todo no pueden deducirse a partir de las partes) e integra en el contexto de los circuitos mecanismos de control, al principio de retroacción o *feedback* (retroalimentación), a la fecha incorporado a la práctica lingüística cotidiana.

Sus aportes reciben una enorme popularidad en su época, aplicándose en numerosos ámbitos de investigación (desde la neurofisiología hasta el comportamiento humano, sus hábitos y costumbres) y la computadora digital sustituye a la analógica en la elaboración de imágenes electrónicas.



Cibernética

Del francés *cybernétique*, este del inglés *cybernetics*, y este del griego *κυβερνητικ*:
arte de gobernar una nave.

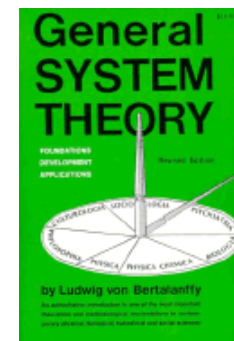


4.4.1.5 La Teoría de Sistemas.

Desde 1925, el biólogo Ludwing von Bertalanffy inicia los primeros enunciados de la condensación de sus trabajos publicados en 1968, bajo el título de *General System Theory: Foundation, Development, Application (Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones)*.



Uno de sus principales aportes es pasar de la conceptualización de sistema como “totalidad de elementos”, introducida por Leibniz en 1666, a la concepción de sistema y entorno, como fuente de recursos, pero también de perturbación y desequilibrio, siendo una de las consecuencias la emergencia de similitudes estructurales o isomorfismos en diferentes campos, ya que todo organismo viviente es ante todo un sistema abierto, que se mantiene en continua



incorporación y eliminación de materia, por lo cual el concepto de organización aparece como principio unificador ajeno al mundo mecanicista, en el cual interacción significa elementos que están en relación, de suerte que el comportamiento de un elemento es diferente de su comportamiento en otra relación, si los comportamientos no difieren, no hay interacción, y los elementos se comportan independientemente con respecto a las relaciones, agregando la diferencia progresiva a los principios de autorganización inicialmente propuestos por Asbhy.

Sistema

Conjunto de componentes y de relaciones entre ellos que poseen propiedades distintas a las de sus componentes, tomados en forma aislada.

4.4.1.6 Aplicaciones y derivaciones

El Grupo de Palo Alto. En oposición a la formalización matemática del modelo lineal de la información e impactados por el modelo circular retroactivo de la cibernética, el llamado Grupo de Palo Alto, en California (conocido como “Colegio Invisible”, por la disímil procedencia disciplinaria e institucional de sus integrantes) destaca la naturaleza



simbólica de la vida en sociedad, utilizando conglomerados de datos productos de la observación.

El principal referente Gregory Bateson (1904-1980), en 1969, con su principal mérito de introducir a la mente como objeto de estudio, publica *Mind and Nature. A Necessary Unit (Mente y Naturaleza. Una unidad necesaria)*.

Edward Hall (1914-2009), Paul Watzlawich (1921-2007), Erving Goffman (1922-1982) y Margaret Mead (1901-1978), entre otros, forman parte de esa comunidad.

Cibernética y Administración. Stafford Beer inaugura un amplia tradición de aplicaciones de la cibernética al comportamiento de las organizaciones y publica, en 1959, *Cybernetics and Management (Cibernética y Administración)*.

Aplicaciones de la Teoría de Sistemas. La configuración de sistemas tiene notables aplicaciones en diversas disciplinas, como la Sociología y la Administración entre ellas, en especial con el uso del concepto dimensiones y en la computación, donde da origen a la Ingeniería de Sistemas.

Talcott Parsons (1902-1979) gesta los fundamentos de la Sociología Sistémica, seguido por su discípulo Robert Merton (1910-2003), propulsor de la integración de la teoría con la investigación empírica, *middle-range theories* (teorías de rango medio).

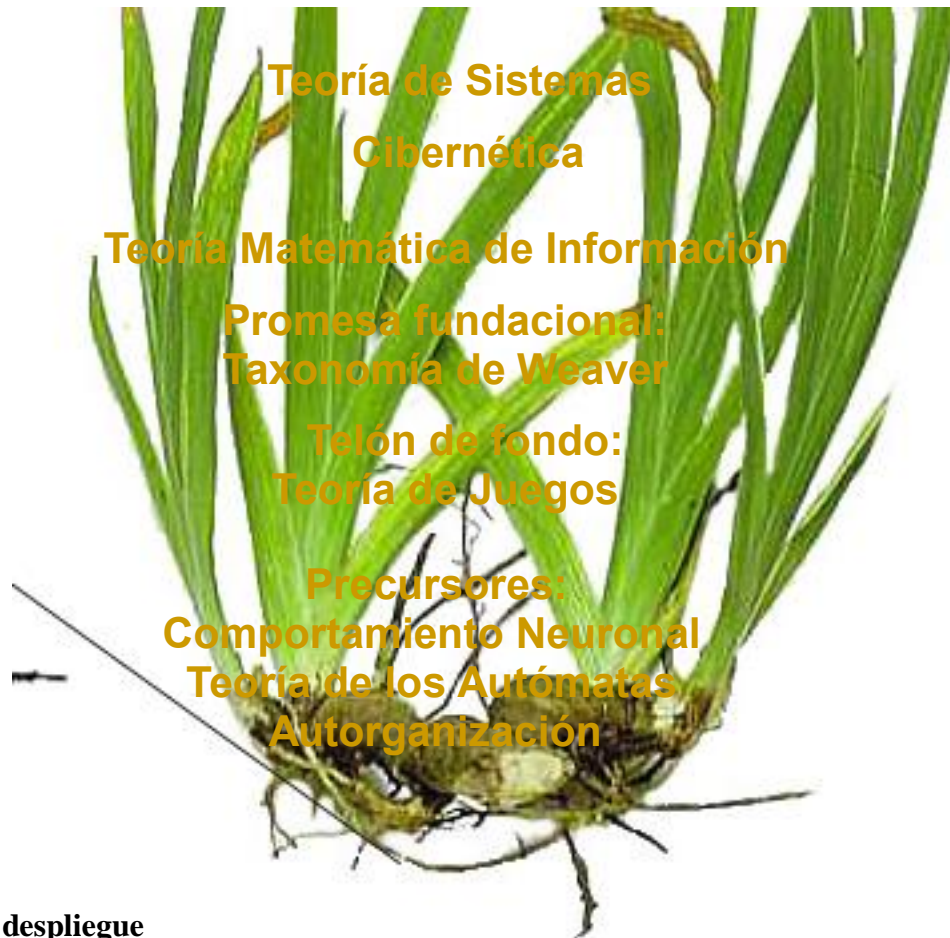
Niklas Luhmann con la Sociología Relacional (1927-1998), quien toma de Ashby la ley de la variedad (la relación entre el sistema y el entorno se identifica por diferentes grados de complejidad) y postula un sistema con mayor nivel de complejidad que relaciona sistema y mundo.

Jay Forrester, a la cabeza del proyecto *Whirlwind*, en 1944, produce la primera computadora grande de alta velocidad en su momento¹. Esta aplicación se convierte en el referente de la dinámica de sistemas, surgida de los sistemas de control de retroalimentación, con aplicaciones en los ámbitos de la medicina, la economía, la educación y el comportamiento de las empresas. Su influencia inicial progresivamente se ha ido reduciendo, dando paso a versiones más dinámicas.

¹ En América Latina la primera de esas computadoras llega 16 años después, en 1960, por gestión de Manuel Sadosky (una Ferranti Mercury de las 19 producidas hasta ese momento, apodada *Clementina* por el nombre de una canción que emitía un pitillo similar). Poco después la Universidad de Costa Rica hace lo propio con *Matilda*, que también permitía la entrada de datos con tarjetas perforadas.



Figura 5 Los cimientos de las Ciencias de la Complejidad



4.4.2 El despliegue

La complejidad empieza a introducirse con fuerza en el argot del mundo académico y a *re-crear* los esfuerzos iniciales, por medio de la irrupción de variados conceptos y propuestas emergentes con estilos propios, caracterizadas por la diversidad y heterogeneidad de puntos de partida, incluso unos al margen de otros y con profundas discrepancias y desconexiones (von Foerster, Maruyama y Prigogine constituyen un ejemplo).

4.4.2.1 Cibernética de la Cibernética y segunda Cibernética.

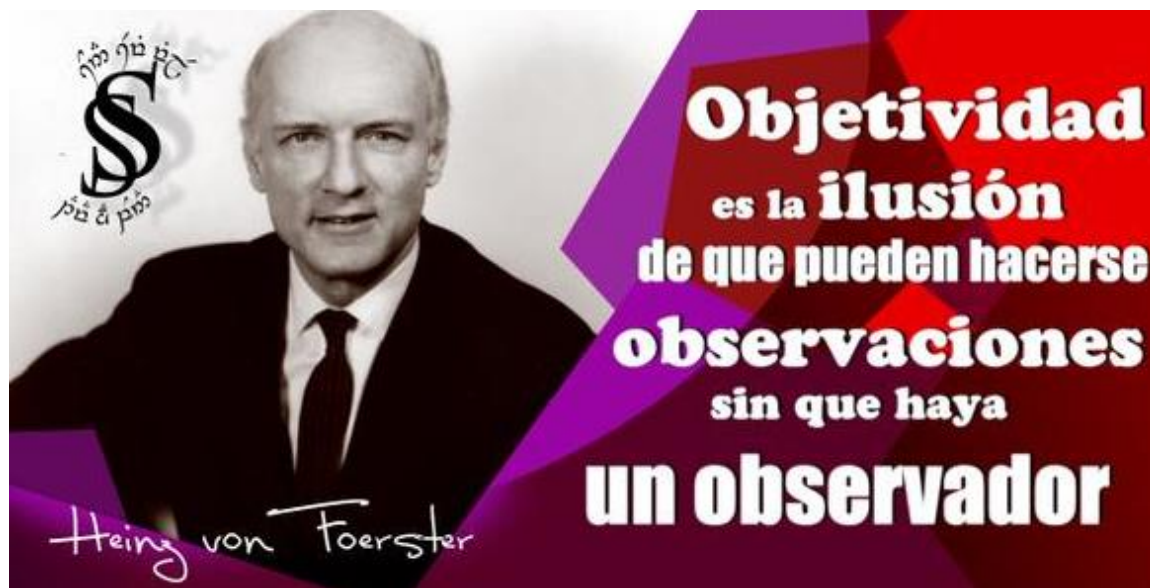
Heinz von Foerster, físico, en 1972, ante la Sociedad Americana de Cibernética”, propone la *Cibernética de la Cibernética* o cibernética de segundo orden. A diferencia de la cibernética de primer orden, focalizada en el estudio del control, la cibernética de segundo orden se centra en el estudio de los sistemas complejos. Incluye a quien observa



(observar al observador) y a los modos que afecta lo que observa, a la vez que es afectado por lo que observa (relación circular). Su conclusión reveladora es el *punto ciego visual*.

“si no veo que estoy ciego, estoy ciego, pero si veo que estoy ciego, veo”

Heinz von Foerster



Margoroh Maruyama, nacido en 1929 en Japón, acuña el concepto de procesos mutuos causales de amplificación de las desviaciones, hace la distinción entre procesos de supervivencia de los sistemas: la constancia por influjo de la retroalimentación negativa (morfoestasis) y la amplificación de la desviación o fluctuación por incidencia de la retroalimentación positiva (morfogénesis) e introduce la noción de *mindscapes* (*paisaje mental*) que constituyen barreras que afectan el diálogo entre culturas y entre disciplinas en tanto estructura de razonamiento/cognición/percepción/conceptualización/acción.

Gordon Pak, en 1961, publica *An approach to Cybernetics* (*Un enfoque a la cibernética*) y en su vasta producción argumenta la cibernética conversacional, interacción que condiciona a la construcción del conocimiento, a partir de la cual se empiezan a introducir los *árboles conversacionales* aplicados en entornos docentes.



4.4.2.2 Estructuras Disipativas.

Ilya Prigogine, Premio Nobel de Química 1977, “por sus contribuciones a la termodinámica del no equilibrio, particularmente las estructuras disipativas”. Al introducir el concepto de disipación, con el cual pretende expresar el carácter de difusión de la energía, y aunque se le endilga falta de originalidad en sus planteamientos, desplaza el foco del pensamiento complejo hacia la comprensión del cambio o de los sistemas alejados del equilibrio, al indicar que las estructuras están sujetas a fluctuaciones (internas y externas), que no hay una única trayectoria evolutiva y existen estructuras coherentes autorganizadas en sistemas alejados de equilibrio.

Su constante preocupación por el tiempo (como línea o mensura, equivalente a dinámica, operador-tiempo y creador o fuente de novedad o espontaneidad) lo lleva a revivir la *flecha del tiempo* que ya había sido recuperada por Eddington. En 1997, publica *La fin des certitudes (El fin de las certidumbres)*, en la que propone una racionalidad diferente a lo predicho o explicado, una manera diferente de entender el tiempo y replantear el determinismo.

En 1979, publica *La Nouvelle Alliance: Métamorphose de la science (La nueva alianza: Metamorfosis de la ciencia)*, junto a Isabelle Stengers, en la que abogan por una nueva alianza plural en el diálogo con la naturaleza, entre las dos culturas de occidente; la ciencia y la filosofía.



4.4.2.3 Teoría del Caos.

Edward Lorenz (1917-2008), el matemático y meteorólogo, no el de la Curva de Lorenz, considerado como uno de los teóricos de la Teoría del Caos, a partir del concepto de *atractor* de Henri Poincaré, introduce la noción de *atractor “extraño”*, para dar cuenta de la sensibilidad respecto a las condiciones iniciales y cómo pequeñas diferencias en los datos de entrada pueden llevar a grandes diferencias en las predicciones. Populariza un viejo proverbio chino que dice que el poder de las alas de una mariposa puede percibirse del otro lado del mundo, para figurar los límites de la predicción. Ya Einstein había ido más lejos al decir que hasta la más pequeña gota de rocío caída del pétalo de una rosa al suelo, repercute en la estrella más lejana.

The Butterfly Effect (El Efecto Mariposa)

¿Provoca el aleteo de una mariposa en Brasil un tornado en Texas?

James Yorke y Tien-Yien-Li, en 1975, publican el artículo *Period Three Implies Chaos* (Período de tres implica caos) postulando que los sistemas dinámicos no siguen un modelo previsible y determinado y el caos no es ausencia de orden, sino un orden con características impredecibles que aparecen en forma aleatoria, su teorema tiene múltiples aplicaciones en campos diversos, siendo la inspiración de la película *Jurassic Park* (Parque Jurásico).

Henry Atlan, médico y biólogo, a partir de la Teoría Matemática de la Información, introduce la idea del *azar organizador*: una relación dialéctica orden/desorden/comunicación y la metáfora de que la vida se ubica “entre el cristal y el humo”, título del libro que publica en 1979, haciendo alusión a la permanencia de la inflexibilidad y a la volatilidad que se esfuma. Cuestiona fuertemente otras corrientes, aunque argumenta la existencia de distintas y variadas racionalidades legítimas.

4.4.2.4 Autopoiesis

Humberto Maturana y Francisco Varela, dos chilenos biólogos de formación, en 1972, apoyados en la Cibernética de Weiner, publican *De máquinas y Seres Vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*, marcando un punto de inflexión al introducir el concepto *autopoiesis* molecular. El término *autopoiesis* proviene del griego y aún no es



registrado por la Real Academia Española (RAE). En sentido estricto, se puede definir como la capacidad de los sistemas de producirse a sí mismos. Según sus propios autores, la definición, ampliamente citada, es la siguiente:

“una máquina autopoietica es una máquina organizada (definida como unidad) como una red de procesos de producción (transformación y destrucción) de componentes que: (i) a través de sus interacciones y transformaciones continuamente regeneran y realizan la red de procesos (las relaciones) que los ha producido; y (ii) la constituyen (la máquina) como una unidad concreta en el espacio en el que ellos (los componentes) existen especificando el dominio topológico de su realización como tal de una red” (Maturana y Varela, 1972, p. 78).

Veinte años después de la publicación originaria, Maturana indica, en un elocuente relato, que la *autopoiesis* molecular se trata de una expresión simple y evocadora, central en la dinámica constitutiva de los seres vivos, que debe ser específica en cada caso, es decir, con respecto a la señalización de los componentes del sistema autopoietico, y es por esto, continúa afirmando, que desarrolla una visión emergente de las raíces biológicas de la inteligencia en *El Árbol del Conocimiento: las bases biológicas del conocimiento humano* (un símbolo de larga data), publicado en 1984, también en conjunto con Varela. Luego de ese aporte original, que ha inspirado numerosos y notables desarrollos epistemológicos, Maturana y Varela continúan una prolifera producción en forma separada.





Varela, convertido en una celebridad de nivel mundial, adherido al Budismo Zen hasta su muerte en el 2001, en forma reiterada adujo que la trascendencia del concepto *autopoiesis* de las fronteras de la biología hacia las ciencias sociales no resulta adecuado y desarrolla la noción de *enacción*, un neologismo del inglés *to enact*, en la cognición *enactiva* los "objetos" son generados por el comportamiento de los organismo.

Maturana, por su parte, con más de 80 años, continúa desarrollando una prolifera producción en busca de explicación a la cognición, entre ellas la Biología del Conocimiento, en la que sostiene que lo humano se constituye por el entrelazamiento entre lo emocional y lo racional; y éste último, a su vez, se constituye en las coherencias operacionales de los sistemas de argumentación que se construyen con base en el lenguaje. Sigue activo en la Matriztica, una organización en la que sigue poniendo en práctica su tesis del amor como fenómeno relacional, el cuidado, la atención, la alegría de vivir y la cooperación como centro (<http://matriztica.cl/Matriztica/>). Su producción continúa teniendo un fuerte impacto en la educación; no obstante, las críticas a un aporte genuino a las ciencias de la complejidad.



4.4.2.5 Geometría de los Fractales.

Benoit Mandelbrot, físico, en 1983, introduce un maravilloso mundo de propiedades sorprendentes a la vista, haciendo referencia a una figura plana o espacial, compuesta de infinitos elementos que tiene la propiedad de que su aspecto y distribución no cambian cualquiera que sea la escala con que se observe, tal si fuera magia va sobreponiendo las formas originales y obteniendo multiplicidad de variedades (las nubes no son esferas, las costas no son circulares, el rayo no cae en línea recta).

Fractal, una voz tomada del francés y éste, a su vez, del latín *fractus*: quebrado.

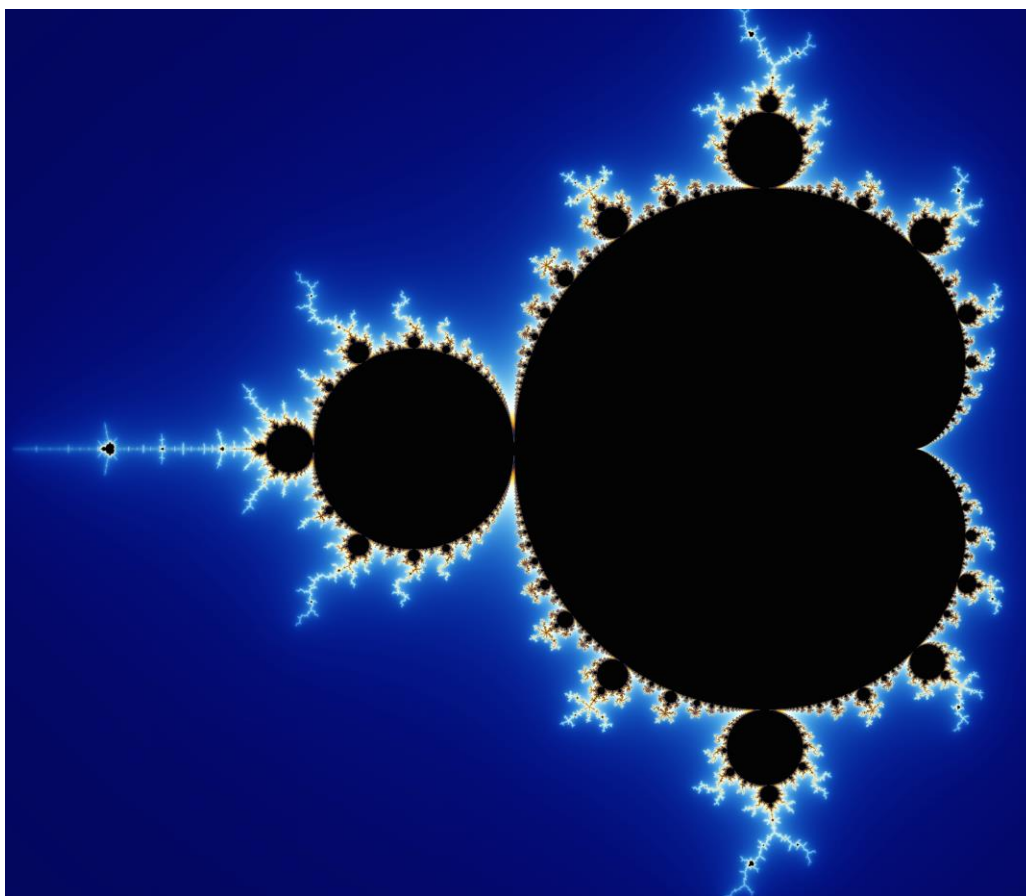
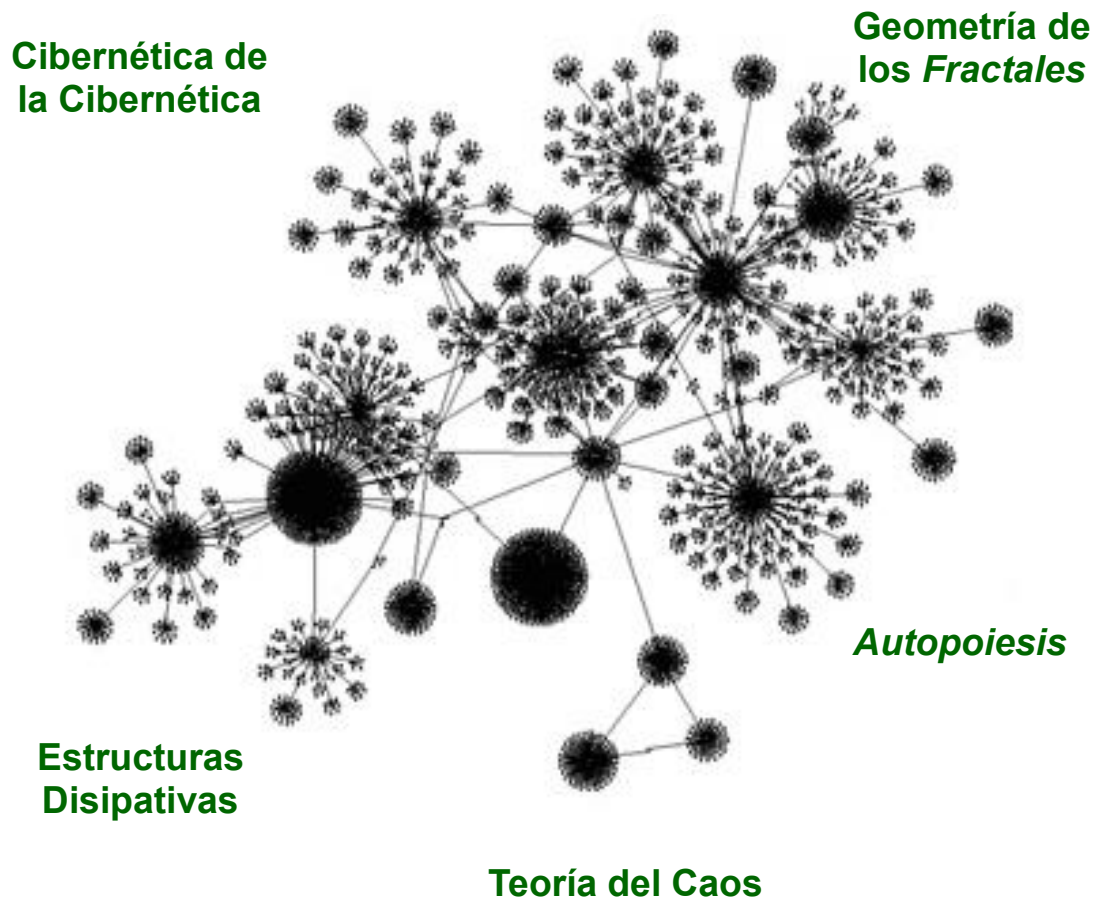


Figura 6 El despliegue de las preocupaciones por la complejidad



4.4.3 La Bifurcación

Tras el despliegue de la complejidad como dispositivo de análisis se empieza a transitar por distintas y variadas direcciones y se podría decir que se cristaliza en una especie de ramales, dicho de una manera más elegante se empiezan a recorrer caminos en una doble vertiente: las *corrientes digitales* del mundo anglosajón, basadas en técnicas computacionales para la modelación y la simulación de sistemas complejos; y, la *corriente analógica* del pensamiento francés, encabezada por Édgar Morín con amplia incidencia en la educación, aunque paradójicamente no se autodefine como un educador.



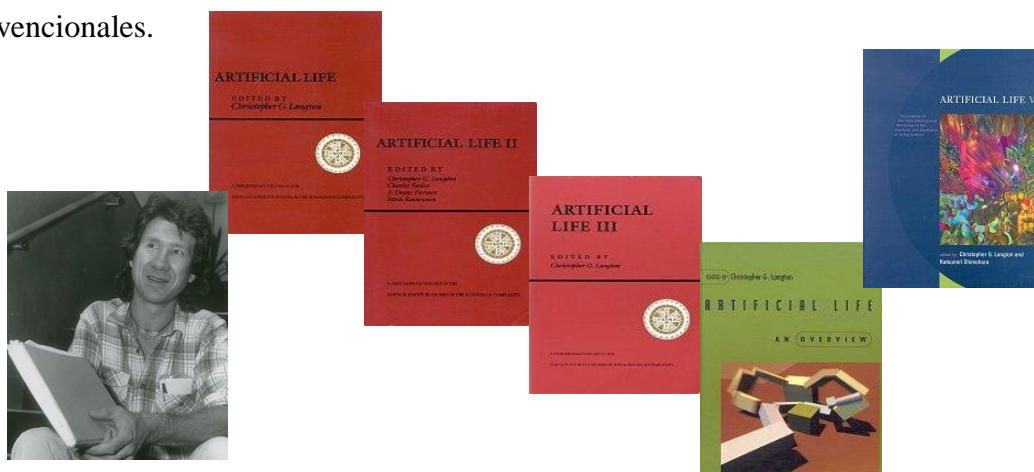
4.4.3.1 Corrientes digitales:

Existe una gama amplia de sistemas complejos basados en algoritmos, operaciones sistemáticas que por medio de un conjunto de pasos o procedimientos elementales, buscan la resolución de problemas. Desde la propuesta inicial de los autómatas celulares John Neumann, ampliamente utilizada en los algoritmos genéticos, particularmente en los experimentos de la llamada inteligencia artificial, han ido evolucionado incluyendo su paso por las redes booleanas que resultan más genéricas, desde la aleatoria clásica conocida también como redes de Kauffman, introducidas con mucho éxito desde hace ya varias décadas para las búsquedas de bibliografía.

Desde diversas perspectivas se desarrollan en institutos de investigación especialmente en universidades europeas, norteamericanas y japonesas. Un ejemplo paradigmático es el Instituto Santa Fe, fundado en 1984 en Nuevo México, con inspiración en la teoría del caos. Otros centros de estudios son la Escuela Norma Superior de París, los Institutos Max Plank, el Departamento de Ciencias Aplicadas de Tokio, y los Centros para el Estudio de Sistemas No Lineales o para la Investigación de Sistemas Complejos.

4.4.3.1.1 Christopher Langton.

Propulsor del término Vida Artificial (*Artificial Life*) para hacer referencia a la disciplina para estudiar los medios artificiales que exhiben comportamientos similares a los seres humanos, es uno de los principales líderes de las corrientes digitales. Asegura que los sistemas complejos solamente se pueden entender utilizando ordenadores, porque son en gran medida no lineales y están más cerca de los análisis matemáticos no convencionales.

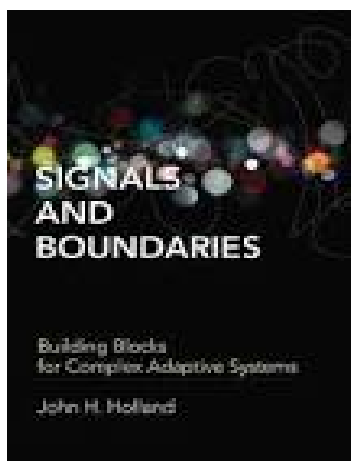
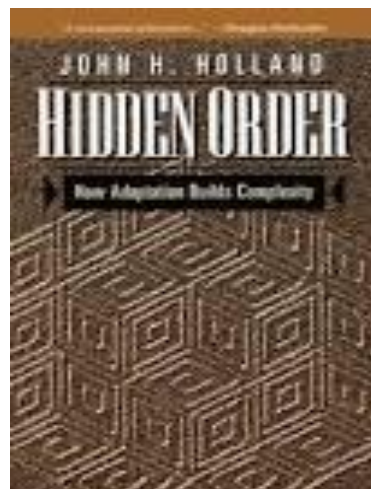
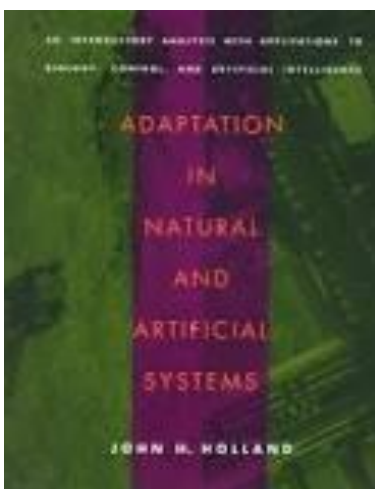


4.4.3.1.2 John Holland.

Partiendo de las redes neuronales, junto a otros investigadores y recurriendo a la formalización matemática, a la teoría de la información, a la teoría de sistemas y a la teoría estímulo-respuesta, John Holland desarrolla la idea de los sistemas complejos adaptativos.

Sistemas adaptativos complejos

Una red en la que participan una multiplicidad de actores, derivando como propiedades básicas a la agregación, la no linealidad, los flujos y la diversidad.



4.4.3.2 Corriente analógica. Édgar Morín

Un penseur planétaire (Un pensador planetario) es el título del documental filmado para la televisión francesa en el 2007 (<http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/video24.html>). Salta a la notoriedad académica de 1970 en adelante, paradójicamente con su nombre de la resistencia y no con su nombre real (Édgar Nahum). El acicate de su punto de partida es la oposición directa e inflexible (y en ocasiones hasta obsesiva) con el pensamiento simplificador (Recuadro 2).

Recuadro 2 El pensamiento simplificador según Édgar Morín

1. *La disyunción*: que tiende a aislar, al considerar los objetos independientes de su entorno, no ve conexiones, no ve en las especializaciones la relación de unas con otras.
2. *La reducción*: que tiende a explicar por sólo uno de los elementos: ya sea psíquico, biológico, espiritual, etc.; ve el mundo como una máquina perfecta; se siente satisfecho estableciendo leyes generales desconociendo la complejidad de la realidad y del hecho humano.
3. *La abstracción*: que se contenta con establecer leyes generales desconociendo las particularidades de donde surgen.
4. *La causalidad*: que ve la realidad como una serie de causa efecto, como si se tratara ingenuamente de un trayecto lineal.

Fuente: Elaboración propia con base en Morin.

Según Morín, 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, la heterogeneidad, la interacción y el azar y para entenderlo es preciso disipar dos ilusiones: creer que la complejidad conduce a la eliminación de la simplicidad; y, confundir complejidad con completitud (figura tomada del Teorema de Gödel), el riesgo del error, que lo *paniquea* (entrar en pánico) y lo entiende como “*problema clave para una organización y una acción, cuyo primer alimento es la información*” (1982, p. 490).

Construye un edificio piramidal colocando en la base fundamentos críticos de la teoría de la información, la cibernética (profundiza interactividad y organización) y la



teoría de sistemas (que aunque cuestiona la noción de sistemas, toma la idea de la causalidad no lineal) que empalma en un segundo nivel con las ideas de la organización (intercambio, co-producción y co-evolución) que recrea de autores como Prigogine, Atlan, Wiemer, von Foster, von Neumann, Maturama y Varela, y en la cúspide coloca una trilogía conceptual articulada de principios u operadores (Recuadro 3).

Recuadro 3 Principios u operadores del pensamiento complejo según Morín

1. *El dialógico*: que une o pone en relación ideas o principios entre dos lógicas, entidades o instancias complementarias, concurrentes y antagónicas que se alimentan la una a la otra, se complementan, pero también se oponen y combaten y a diferencia de la dialéctica, no existe superación de contrarios, sino que los dos términos coexisten sin dejar de ser antagónicos.

2. *La recursividad*: introduce la noción del *bucle recursivo*, que supera la regulación, la autoproducción y la autorganización, ya que se trata de un bucle generador en el que los productos y los efectos son en sí mismos productores y causantes de lo que se produce, de modo que el efecto puede volverse causa y la causa puede volverse efecto.

3. *El hologramático*: que viene de la voz griega *holon*, y significa *todo* y lo utiliza para superar al reduccionismo (que ve solo las partes) y al holismo (que no ve más que el todo), partiendo del axioma de Aristóteles “*el todo es más que la suma de las partes*”; pero, paradójicamente, también puede ser menos, pues al incorporarse las partes a un sistema pueden perder grados de libertad (constreñimientos) y surgir propiedades emergentes (cualidades que presentan carácter de “novedad”).

El *holograma* es una fotografía realizada de tal manera que cuando se ilumina con rayo láser parece estar suspendida en un espacio tridimensional.

Desde el punto de vista de la física, el holograma tiene la virtud de que cualquier pedazo del mismo al recibir iluminación ofrece la imagen del holograma completo. La fundamentación matemática del holograma se debe a Dennis Gabor, Premio Nobel de Física 1971, “por la invención y desarrollo del método holográfico”.

20 años después de la formulación de Gabor fue posible construir un holograma gracias al rayo láser (de la sigla en inglés Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, en español amplificación de luz por emisión estimulada de radiación).

Fuente: Elaboración propia con base en Morin.


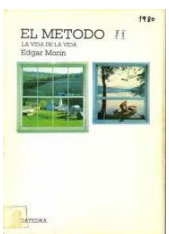
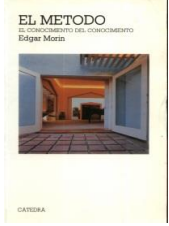

4.4.3.2.1 El Método

El Método es su aportación singular en la que Morín consolida su *corpus* teórico, aclara que no aporta un método, sino que lo busca, recurre al origen etimológico del


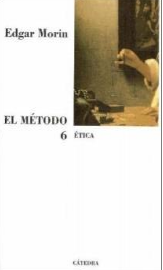


término: *camino*, y recuerda al poeta español Antonio Machado cuando dice: “*Hay que aceptar caminar sin camino, hacer camino al andar*” (1981, p. 36). Una obra en seis volúmenes, publicados sucesivamente, aunque no necesariamente deben ser leídos en orden de aparición (Recuadro 4).

Recuadro 4 Algunas pistas para leer *El Método* de Édgar Morín

	<p><i>La naturaleza de la naturaleza</i></p>	<p>En <i>La naturaleza de la naturaleza</i> Morín plantea la articulación de las ciencias humanas con las ciencias de la naturaleza y vincula estrechamente la paradoja orden/desorden a partir de la noción de información. Hace resaltar el uso del prefijo <i>eco</i>, buscando un conocimiento que traduzca la complejidad y que respete la existencia de los seres. Un conocimiento cuya explicación no sea la mutilación y una acción que no sea manipulación.</p>
	<p><i>La vida de la vida</i></p>	<p>En <i>La vida de la vida</i>, el fin de Morín es guiar, profundizar y renovar el doble asombro de la vida y la muerte (exploración, organización viva y complejidad viviente) y su propósito consiste en concebir el principio de conocimiento que puede abarcar la vida, concentrándose en el prefijo <i>auto</i>. Empero, ¿qué es la vida? En una construcción constante en la que se tiene que asumir responsabilidad.</p>
	<p><i>El conocimiento del conocimiento</i></p>	<p>En <i>El conocimiento del conocimiento</i>, Morín recrea un examen de la antropología del conocimiento que nuclea la reflexión: “<i>el operador del conocimiento debe convertirse al mismo tiempo en objeto del conocimiento</i>”. Empero, ¿qué es el conocimiento? Es algo que se construye y fluye.</p>
	<p><i>Las Ideas, su hábitat, su vida, sus costumbres, su organización.</i></p>	<p>En <i>Las Ideas, su hábitat, su vida, sus costumbres, su organización</i>, Morín considera las ideas desde el punto de vista cultural y social (ecología de las ideas), luego desde la autonomía/dependencia del mundo de las ideas (noosfera, concepto que toma de Teilhard de Chardin) y finalmente desde la organización de las mismas (noología). Empero, ¿qué son las ideas? El movimiento que nos permite articular el pensamiento.</p>



	<p><i>La humanidad de la humanidad. La Identidad humana</i></p>	<p>En <i>La humanidad de la humanidad</i>, Morín aborda el triángulo de la vida, conceptualizando al ser humano compactado en cuatro grandes componentes (biológicos, culturales, sociales e individuales) y lo describe en dos grandes dimensiones: la trinidad humana y la identidad individual. Empero, ¿qué hay detrás de la diversidad? Sin duda, la humanidad, el ser con autonomía y con responsabilidad ética.</p>
	<p><i>La Ética</i></p>	<p>En <i>La Ética</i>, Morín distingue una autoética, una socioética y una antropología planetaria. Empero, ¿para qué sirve todo eso? Si se parte de la disyunción y la reducción el resultante es un conocimiento parcializado y mutilado que, a su vez, engendra una acción con esas mismas características. Por ello, el renacer del conocimiento es, al mismo tiempo, el renacer de una ética que guía a una acción renovada.</p>

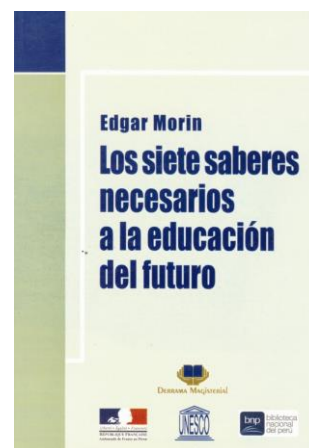
Fuente. Elaborado con base en Morín, 1981, 1983, 1988, 1992, 2003 y 2006.

4.4.3.2.2 *Los siete saberes de la educación del futuro.*

En 1999, la UNESCO solicita a Morín, en el contexto de su visión del pensamiento complejo, expresar sus ideas en la esencia misma de la educación del futuro, texto que consagra su incidencia en ese ámbito, con la publicación y amplia divulgación a nivel mundial de *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro* (Recuadro 5).

Recuadro 5 Los siete saberes necesarios para la educación del futuro

1. *Las cegueras del conocimiento: el error y la ilusión:* la educación permanece ciega ante lo que es el conocimiento humano, sus tendencias al error y la ilusión hace que no se preocupe por hacer conocer lo que es conocer.
2. *Los principios de un conocimiento pertinente.* Enseñar métodos que permiten aprehender las relaciones mutuas y las influencias recíprocas entre las partes y el todo en un mundo complejo.
3. *Enseñar la condición humana:* la condición humana debería ser objeto esencial de cualquier educación.
4. *Enseñar la identidad terrenal:* enseñar la historia



de la era planetaria y la complejidad de la crisis que enmarca el siglo xx.

5. *Enseñar a afrontar las incertidumbres*: enseñar principios de estrategia para afrontar los riesgos, lo inesperado, lo incierto.

6. *Enseñar la comprensión*: estudiar la incompreensión desde sus raíces, sus modalidades y sus efectos.

7. *La ética del género humano*. La educación debe conducir a una «antropo-ética» (individuo-sociedad-especie).

Fuente: Elaboración propia a partir de Morín, 1999.

A sus más de 90 años, se le atribuye el dispositivo conceptual más importante del pensamiento complejo. Ensalzado por su amplia visión, ha generado una infinidad de aproximaciones a su vida y a su obra, invitado de honor de gobiernos y organismos internacionales, inspirador de múltiples iniciativas, criticado por algunos y hasta despreciado por sus puntos o aspectos dudosos. Sus trabajos no son precisamente para leerlos de una “sentada”, sino para repasarlos una y otra vez, su lenguaje es denso y repetitivo (quizás como principio de aprendizaje), recursivo diría él mismo. El “error” de Morín es quizás haber transitado por la “ilusión” de un método, cuando más bien se trata de una invitación a la complejidad como puerta de entrada a la *Humana Conditio* (la condición humana en latín como prefiere usar la expresión), para poner una “alerta” de este nuevo mundo planetario, con complejidades *in crescendo*, en el que a los problemas aún sin resolver se le suman cada día nuevos problemas de disparidades, iniquidades y asimetrías, diseñando un camino para reformar la acción. Esa sí es, su gran contribución.

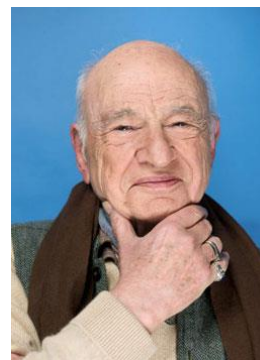
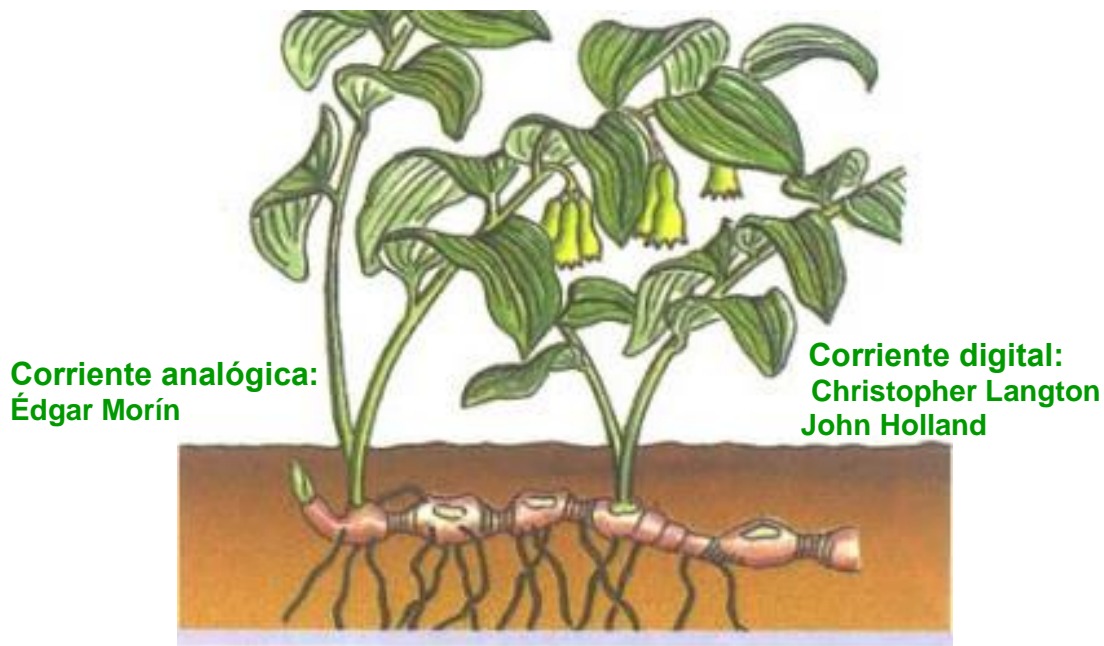


Figura 7 La bifurcación del pensamiento complejo



4.4.4 La amplificación

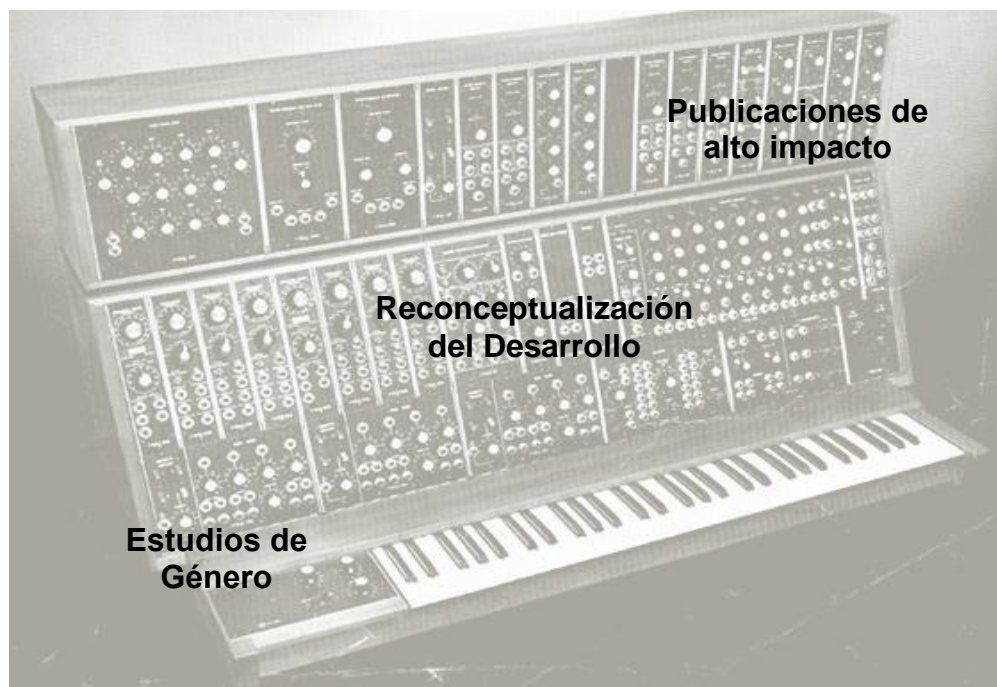
Cada día resulta más notorio el interés de instituciones educativas de ponerse “al día” con la complejidad (en América Latina la proliferación es notable en países como México, Brasil y Argentina). Al colocar pensamiento complejo en el buscador Google en 0.20 segundo registra 7.700.000 recursos (Consulta del 19/07/2014). La democratización del Internet acompaña el proceso; y, como en todos los demás ámbitos, la densidad no siempre resulta directamente proporcionar a la calidad de los resultados. No obstante, la conquista del lenguaje constituye una promesa para diversos ámbitos del saber, si bien inacabada y con más disensos que acuerdos, la irrupción del pensamiento complejo se trata de una de las *novedades* más radicales de la producción del conocimiento en los últimos tiempos.

En efecto, en las últimas décadas se asiste a un proceso de ampliación de la intensidad y multiplicación de la socialización y divulgación de iniciativas variadas, inscritas bajo el epígrafe de pensamiento complejo: reflexiones, producciones, eventos, redes, comunidades científicas, sitios virtuales, centros de investigación y enseñanza cursos e inclusive curricular, al mejor estilo de un sintetizador (un instrumento musical capaz de



producir sonidos de cualquier frecuencia e intensidad y combinarlos con armónicos, proporcionando así sonidos de cualquier instrumento conocido, o efectos sonoros que no corresponden a ningún instrumento convencional).

Figura 8 La amplificación del pensamiento complejo



La amplificación aludida se nutre de las más variadas y diversas fuentes, aunque no necesariamente sintonicen con el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad, más bien se podría decir que se trata de una búsqueda de ampliar los parámetros de análisis y transformación, sin que ello por regla general la transformación del pensar y el actuar. Entre esas intenciones resulta ineludible reivindicar dos fuentes que durante las tres últimas décadas han intentado “trasgredir” los límites de la linealidad, la dicotomía, la simplicidad y el reduccionismo:

1. Los Estudios de Género y sus aportes metodológicos.
2. La reconceptualización del desarrollo y la inclusión de la noción de multidimensionalidad.

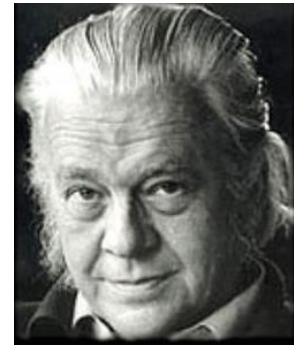


4.4.4.1 Los Estudios de Género.

Los aportes metodológicos de los Estudios de Género al estudio de la complejidad resultan innegables y se derivan, por un lado, de la reconstitución del entendimiento de los patrones del sistema patriarcal, sobre la base de su configuración histórica y cultural y los estereotipos que engendran; y, por el otro, de la recurrencia a métodos cualitativos como la historia de vida, develando riqueza conceptual al replanteamiento de la relación dicotómica sujeto que observa-objeto observado, haciendo reflotar las interconexiones e interacciones de la vida cotidiana y abriendo nuevos horizontes de amplio impacto en la educación, el derecho, las políticas públicas y la ética. No obstante, que todavía hace falta una mayor y mejor articulación de la *mirada* compleja con los estudios de género; y, de éstos, con la mirada *compleja*.

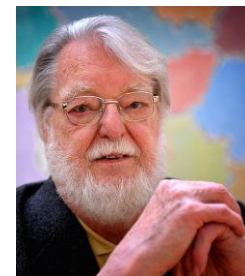
4.4.4.2 La redefinición del concepto de desarrollo.

Hoy en día resulta un lugar común aceptar que el desarrollo no debe entenderse únicamente como sinonimia de crecimiento económico y, por tanto, su medición debe remitir a indicadores más allá del Producto Interno Bruto (PIB). Llegar a este consenso, no del todo generalizado, ha costado décadas y aunque la mayoría de los autores que han realizado aportes a la reconceptualización de las visiones paradigmáticas del desarrollo no hacen referencia directa a la complejidad, su contribución se expresa en la notable incidencia de la noción de multidimensionalidad (que recuerda al concepto de sistema) en tanto noción explicativa y sus variadas y diversas formas de interpretación de la condición humana.



La trenza se teje durante largo tiempo.
Small is beautiful: Economic as if People Mattered (Economía: Como si la gente importara) en 1973 del economista Ernst Friedrich Schumacher.

El Informe *Dag Hammarskjöld Qué hacer: Otro Desarrollo*, en 1975.
El Desarrollo a Escala Humana, propuesta del chileno Manfred Max-Neef, Premio Nobel Alternativo de Economía 1983, quien plantea que el desarrollo se refiere a las personas y no a los objetos y desarrolla el postulado de necesidades humanas (existenciales y axiológicas) e introduce el concepto de satisfactores y sus atributos.



El concepto de Desarrollo Humano impulsado por el Programa de Naciones para el Desarrollo (PNUD) con el Índice de Desarrollo Humano (IDH) formulado por el economista pakistaní Mahbub ul Haq, bajo el enfoque de capacidades del también economista de la India, Amartya Sen, Premio Nobel de Economía 1998, que cristaliza la aspiración de superar al PIB como indicador *per se* de desarrollo presente desde principios de la década de 1960 con el llamado *movimiento* de los indicadores sociales y las diversas propuestas inclusivas, entre ellas el Índice de Progreso Social del norteamericano Richard Estés.



El impulso de *Our Common Future (Nuestro Futuro en Común)* mejor conocido como el Informe Brundlant y la Cumbre de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, popularizada como Cumbre de la Tierra, una propuesta alternativa simple, pero reveladora de la interacción humana con la naturaleza, que coloca la interacción de la multidimensionalidad del desarrollo en el centro del debate (*trade-off* término que se puso de moda para poner tal fin) y contribuye a dar el salto hacia una notable conciencia ambiental, sin duda alguna un legado del siglo que recién finaliza. El desarrollo sostenible, un cometa que eclipsa al desarrollo humano y luego se eclipsa a si mismo, prometía convertirse en un paradigma de orientación para gobiernos y sociedad civil, y al calor del mismo se realizan infinidad de esfuerzos de teorización y acción al momento venidos a menos.



4.4.4.3 Publicaciones de alto impacto.

Desde principios de la década de 1980, se desarrollan comunidades de pensadores en la que destacan autores, varios provenientes de la física y en conexión con diversas formas de espiritualidad, quienes empiezan a realizar publicaciones tipo *best seller*, en forma muy seguida, que más allá del alcance de sus contenidos, hay que mencionar por su amplia difusión e incidencia en los esfuerzos por articular una estrategia de indagación que supere a la simplicidad y a la linealidad.

4.4.4.3.1 David Bohm (1917-1992) (https://es.wikipedia.org/wiki/David_Bohm), físico, discípulo de Einsten y de Bohr, quien en innumerables ocasiones relata el fracaso del diálogo entre éstos. En la década de 1960, inicia una serie de publicaciones con amplia incidencia en la reformulación de la visión convencional de la ciencia. En *On the Creativity (Sobre la Creatividad)* publicado en inglés en 1968, al transcurrir por ese



fascinante mundo pone en el tapete la relación entre la ciencia y el arte en la producción del conocimiento. En 1980, publica *Wholeness and the Implicate Orden (La totalidad y el orden implicado)*, una colección de ensayos producidos con veinte años de anterioridad y plantea el concepto del orden implicado, para hacer referencia a un orden “envuelto” al que se debe acudir en busca de mejores explicaciones de lo que acontece e introduce el término *reomodo (modo fluyente)*: un nuevo modo de emplear el lenguaje y recurre al concepto de *holograma*. En 1985, tras una serie de diálogos realizados con David Peat, sale la publicación *Ciencia, Orden y Creatividad. Las raíces creativas de la ciencia y la vida*, cuyo propósito indicado es cambiar la forma de hacer ciencia. En 1996, publica *On the Dialogue (El Diálogo. Una propuesta)*, en el que realiza un amplio despliegue sobre el tema de notable y amplia aplicabilidad.

Recuadro 6 Los diferentes tipos de órdenes según Bohn y Peat

- Los órdenes descriptivo y constitutivo: primera categoría, cuya diferencia se establece en función de la relación de las coordenadas con el objeto (p. 136-139).
- El caos, el azar y el orden fortuito: que corresponden a casos de órdenes más complicados «orden de órdenes» que de manera natural desembocan en la noción de «grado de orden». Éste último, el orden fortuito (u orden aleatorio) es un caso especial de orden caótico con características propias (es de grado infinito, no tiene correlaciones significativas o extensiones de suborden de grado bajo, tiene un comportamiento de media bastante constante, y tiende a variar dentro de dominios limitados) (p. 139-147).
- El orden secuencial: surge de una secuencia de sucesiones y es el más común y familiar (p. 170).
- El orden fractal: implica un orden de diferencias semejantes que incluyen cambios de escala, además de otros posibles cambios (p. 171-176).
- El orden generativo: es más bien un orden interno más profundo e importante para la creatividad artística, la percepción creativa y la comprensión de la naturaleza (p. 176-180).
- El orden implicado (cuya palabra misma significa «envuelto»): es un caso particular de orden generativo que tiene una significación más amplia y puede conducir al orden superimplicado, en el cual se encuentran el pensamiento y el lenguaje (p. 192-212).
- El orden superimplicado: que, a su vez organiza al orden implicado y da paso a una extensión indefinida de órdenes implicados todavía más elevados, que organizan a los más elementales y pueden verse afectados por ellos (p. 213).

Fuente: Elaboración propia a partir de Bohm y Peat, 1985.



4.4.4.3.2 Fritjof Capra (https://es.wikipedia.org/wiki/Fritjof_Capra)

también físico, considerado como un divulgador del pensamiento complejo, inicia su publicación literaria, en 1975, con *The Tao of Physics (El Tao de la Física)*. En 1984, publica *The turning point. Science, Society and the rising Culture (El Punto Crucial. Ciencia, Sociedad y creciente cultura)* en el que suscribe una extensa crítica al desarrollo unidisciplinario. En 1988, publica *Uncommon Wisdom (Sabiduría Insólita en la traducción al español): Conversaciones con personajes notables (Heisenberg, Bateson, Chew, Schumacher, Krishnamurti, Indira Gandhi, Hazel Henderson, entre otros)*. En 1996, publica *The Web of Life (La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos)* en el contexto de la ecología profunda revisa la emergencia del pensamiento sistémico para armar como le llama las piezas del *puzzle* en un modelo de autorganización, que se nutre de los conceptos del *punto ciego* (Von Foerster), *autopoiesis* (Maturama y Varela) y estructuras disipativas (Prigogine), a partir de lo cual propone criterios clave de un sistema vivo (Recuadro 7).



Recuadro 7 Criterios claves de un sistema según Capra

Patrón de organización (forma, orden, cualidad) la configuración de las relaciones entre sus componentes, que determina las características esenciales del sistema.

Estructura (substancia, materia, cantidad) la corporización física del patrón de organización del sistema.

Proceso es la actividad que se ocupa de la continua corporización física del patrón de organización del sistema.

Fuente: Capra, 1996, p. 171-175.

4.4.4.3.3 John Briggs y David Peat. En 1999, publican *Seven Life Lessons of Chaos. Timeless Wisdom from del Scienie of Change* (en español *Las siete leyes del Caos. Las ventajas de una vida caótica*). En el prólogo Jorge Wagensberg, español, teórico de la complejidad, afirma que “El caos es hoy, sobre todo, una gran paradigma de la ciencia moderna y, como todos los grandes paradigmas, es también una ilusión”. Por su parte, los autores indican que desarrollan lo que ven como metáfora del caos en forma de siete leyes: siete intentos de provocación, siete entradas en una nueva experiencia del mundo (Recuadro 8)



Recuadro 8 Las 7 leyes del caos, según Briggs y Peat

1 Ser creativo: la creatividad es un don, un talento.

Ley del vórtice: creación del vórtice 1 la turbulencia, creación del vórtice 2 bifurcación y amplificación y creación del vórtice 3 el flujo abierto.

2 Usar el efecto mariposa: el poder de la mariposa es, por su propia naturaleza, impredecible.

Ley de la influencia sutil: algo muy pequeño puede tener repercusiones insospechables.

3 Seguir la corriente: un punto de bifurcación que se amplifica.

Ley de la creatividad y la renovación colectivas: coevolución y cooperación.

4 Explorar que hay en el medio. *Cuando las interacciones, las repeticiones y la retroalimentación están en funcionamiento, la simplicidad y la complejidad se transforman constantemente la una en la otra.*

Ley de lo simple y lo complejo: ¿la vida es simple o compleja? La teoría del caos dice que puede ser ambas cosas y, sobre todo, que puede serlas al mismo tiempo.

5 Observar el arte del mundo. *El arte más allá de los fractales: la unión de la razón y el espíritu.*

Ley de los fractales y la razón. Los fractales hacen referencia a las huellas, las pistas, las marcas y las formas realizadas por la acción de sistemas dinámicos caóticos.

6 Vivir dentro del tiempo. *Estar en el momento significa colocarse en el límite del remolino del vórtice donde se produce el movimiento entre el ser y el no ser uno mismo.*

Ley de los rizos fractales de la duración. La teoría del caos reemplaza la línea con una compleja e inacabable figura de dimensión fractal.

7 Volver a unirse con el todo. De la fragmentación a la totalidad.

Ley de la corriente de una nueva percepción: una forma diferente de aproximación a la vida.

Fuente: Elaboración propia a partir de Briggs y Peat, 1999, p. 16-222.



5. Y, ENTONCES, ¿QUÉ ES LA COMPLEJIDAD? SI SE PUEDE DEFINIR...

5.1 ¿Qué no es la complejidad?

En ocasiones como recurso didáctico puede resultar útil definir lo qué es, haciendo primero alusión a lo que no es ¿Qué no es la complejidad?

- ✓ No es sinónimo de confusión o enmarañamiento, como normalmente se le entiende producto de su pesada tara semántica, como dice el propio Morín (1998, p. 32).
- ✓ No es, por definición, la antítesis del pensamiento simple, su sustitución o ampliación; más bien lo trasciende y lo incluye.
- ✓ No es un modelo de análisis estandarizado, ni siquiera una metodología, de hecho hay muchas maneras de pensar la complejidad, o mejor dicho las complejidades en plural.
- ✓ No es un *snobismo* o “moda” pasajera, se ha visto en su rastreo. No se trata de subirse en un vagón del tren para ponerse “a tono”. Ni de un gol, a propósito del Mundial de Fútbol, para anotar, celebrar y volver de nuevo a la rutina. No es un grupo “notable”, ni de una secta o algo parecido, en busca de una pléyade acrítica.

5.2 ¿Qué es la complejidad?

Definir qué es la complejidad no es tarea sencilla. Más bien es algo complejo, valga la redundancia. Es una opción, una decisión, que se ha venido reconceptualizando con propiedad y profundidad, volviendo a sus raíces y sentido originario. Ir de nuevo a Machado como Morín, “*no hay camino, se hace camino al andar*”.





"No hay método, no hay recetas,
sólo una larga preparación"

Gilles Deleuze
(1925-1995)

Recuadro 9 ¿Qué es el pensamiento complejo? según Morin, Ciurana y Motta.

Desde un punto de vista etimológico la palabra “complejidad” (en francés *complexité*, en inglés *complexity*, en italiano *complessità*, en portugués *complexidade*) es de origen latino, proviene de *complectere*, cuya raíz *plectere* significa trenzar, enlazar. Remite al trabajo de la construcción de cestas que consiste en trozar un círculo uniendo el principio con el final de las ramitas.

El agregado del prefijo *com* añade el sentido de la dualidad de dos elementos opuestos que se enlazan íntimamente, pero sin anular su dualidad. De allí que *complectere* se utilice tanto para referirse al combate entre dos guerreros, como al entrelazamiento entre dos amantes.

En castellano la palabra *complejo* aparece en 1625, con su variante *complexo*, viene del latín *complexus*, que significa “que abarca”, participio del verbo *complector* que significa yo abarco, abrazo. De complejo se deriva complejidad y complejión. Por otro lado esta última palabra, que aparece en el castellano alrededor del año 1250, proviene del latín *complexo* que significa ensambladura o conjunto.

¿Qué es la complejidad? Es a primera vista un tejido de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados, que presentan la paradójica relación de lo uno y lo múltiple. La complejidad es efectivamente el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico. Así es que, la complejidad se presenta con los rasgos perturbadores de la perplejidad, es decir de lo enredado, lo inextricable, el desorden, la ambigüedad y la incertidumbre.



La aparición de la complejidad en las ciencias permitió dar un giro en la comprensión de este término, que llevó inclusive a la necesidad de replantear la dinámica misma del conocimiento y del entendimiento.

La complejidad aparecía al comienzo como una especie de hiato, de confusión, de dificultad. Hay, por cierto, muchos tipos de complejidad, están las complejidades ligadas al desorden y otras complejidades que están sobre todo ligadas a contradicciones lógicas.

Se puede decir que aquello que es complejo recupera, por una parte, al mundo empírico, la incertidumbre, la incapacidad de lograr la certeza, de formular una ley eterna, de concebir un orden absoluto.

Fuente: Morin, Ciurana y Motta, 2003, p. 41.

Recapitulando, con Morín (1993, p. 14):

“El pensamiento complejo no es en modo alguno un pensamiento que expulsa la certidumbre para reemplazarla por la incertidumbre, que expulsa la separación para incluir la inseparabilidad, que expulsa la lógica para permitirse todas las transgresiones. El planteamiento consiste, por el contrario, en efectuar un ir y venir incesante entre certidumbres e incertidumbres, entre lo elemental y lo general, entre lo separable y lo inseparable. No se trata de abandonar los principios de la ciencia clásica orden, separabilidad y lógica sino de integrarlos en un esquema que es a la vez más vasto y más rico; tampoco se pretende oponer un holismo global y vacío a un reduccionismo sistemático. Se trata, en cambio, de vincular lo concreto de las partes a la totalidad. Hay que articular los principios de orden y desorden, de separación y unión, de autonomía y dependencia, que son a la vez complementarios, competidores y antagónicos...el paradigma de la complejidad preconiza reunir, sin dejar de distinguir”.

El pensamiento complejo es pensar creativamente. La creatividad es un don de la mente, un talento que se cultiva de múltiples formas y no está reservado a unas pocas personas; está a la disposición, pero hay que practicarla. Cualquier persona puede pensar creativamente siempre y cuando desarrolle la capacidad de observación, de recordación y de comunicación, que le resulta esencial. La creatividad en el análisis no debe confundirse con especulación sin argumentos, la argumentación sigue siendo la clave.

Reconocer el remolino o centro: el *vórtice*, la turbulencia, la confusión, el alboroto, la perturbación puede ayudar a pensar creativamente, pues por lo general es el lugar desde donde se gestan los procesos de innovación. La inmersión en las dudas y en la incertidumbre, como le llama el poeta John Kutz, es el precio del conocimiento y la



creatividad se “cuece” a fuego lento, puede aparecer en una conversación o en la contemplación de un árbol (Briggs y Peat, 1999, p. 30).

Se puede tener creatividad en las ciencias, en las artes, en la filosofía, en la vida diaria, en los negocios, en la familia, en los pequeños y grandes mundos que nos rodean; y, también, ¿por qué no decirlo? en la Gerencia del Comercio Internacional.

Pensar creativamente implica buscar *puntos de bifurcación*, salidas desde las cuales el sistema de pensamiento se transforma a sí mismo (autotransformación). Este enlace implica dos clases diferentes de *retroalimentación*: la *retroalimentación negativa*, que amortigua y regula la actividad dentro de un determinado rango; a la manera que lo hace un termostato; y, la *retroalimentación positiva*, que amplifica los efectos: como lo hace un micrófono (Briggs y Peat, 1999, p. 20). Y, de ahí dar paso al flujo abierto (brotar con facilidad) para llegar al “ya lo tengo” (al estilo de Ciro Peraroca, el personaje de Disney de la fábula del Pato Donald).

El pensamiento complejo implica una *relectura* de los matices, de la “sensibilidad” de las cosas y las “reglas” de afloramiento, vale decir, cómo lo impredecible conduce a lo nuevo (Briggs y Peat, 1999). Uno de los principales malos entendidos de la teoría del caos, producto de falencia para pensar creativamente, es la interpretación del *efecto mariposa*, como aforismo que es (sentencia breve y doctrinal) alude a una exageración y efectivamente así es. La lección es cómo algo muy pequeño puede tener repercusiones insospechables, con efectos positivos o negativos; y, por tanto, es una invitación a escudriñar el poder de la influencia sutil.

“Camarón que se duerme se lo lleva la corriente”, reza un decir popular; no se trata de *laissez faire, laissez passer* (dejar hacer, dejar pasar) es entender el sentido del fluir de los vientos, el efecto *cascada*, para aprovechar esa fuerza y potenciarla. Las redes sociales constituyen un claro ejemplo. Romper la dicotomía *sombras-luces* y buscar los *claros/oscuros*, para encontrar las coincidencias aparentemente inconexas que pueden ser una clave de los patrones ocultos (como hace Erin Brocovich, ver la película). Ir donde la razón no entiende: la estética. Las cualidades del tiempo han desaparecido, el tiempo no es una línea recta, si algo deja claro este nuevo mundo globalmente integrado es la



redefinición de la distancia y el tiempo (la maravilla de hablar por *Skype*). Unirse a la corriente de encontrar una nueva forma de percepción.

De las Travesías de la maestra Denise Najmanovich (<http://denisenajmanovich.com.ar/esp/>) una argentina que cambió la bioquímica por la epistemología, es posible “pescar” algunas pistas para entender el pensamiento complejo. Como estrategia de abordaje es ético, implica una actitud; es estético, remite a la percepción o apreciación de la belleza; y, es político, lleva a la vinculación con la acción. “El juego de los vínculos” es una linda parodia, que usa para recrear las conexiones e interconexiones y la recursividad de las redes, en la que los nodos no son entes aislados, sino vasos comunicantes e introduce la noción de *Configurazoon*, configurar significa dar determinada forma a algo y el Zum (como lo acepta la RAE en castellano) es un dispositivo que permite acercarse o alejarse de la imagen, más que un dispositivo conceptual se trata de un auxiliar a otra propuesta también suya: el *paradojar* (poner las paradojas en *movimiento*) para acercarnos o alejarnos de las *figuras* de pensamiento.



Entender la complejidad es romper con la estática, como hace el cine con la fotografía. Al hacerlo se abre un abanico de posibilidades en busca de tejidos de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones y azares y sus productores, en busca de la trama, de la conexión, de la ligazón, de las redes, de los vínculos que se configuran y reconfiguran.

“...un arco iris que incluye al negro”

Yevgeni Yevtushenko

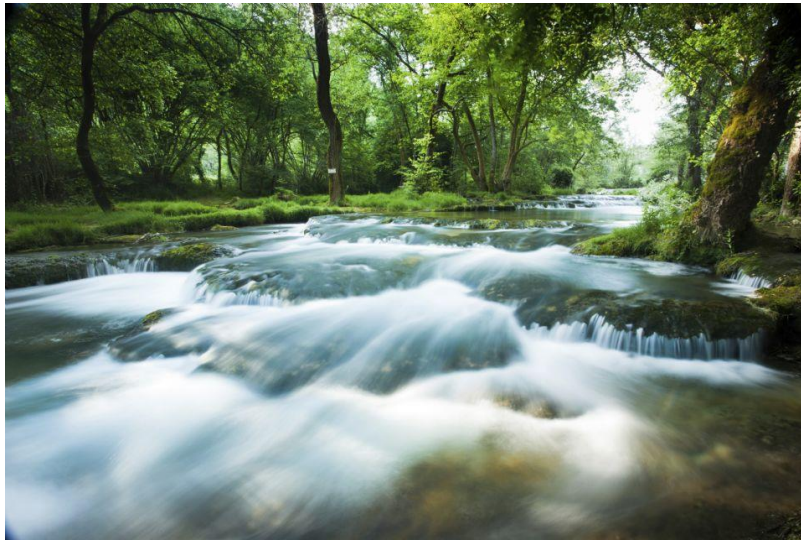
(un color lúgubre, pero también elegante y hermoso)

Pensar la complejidad es una excitativa a la inteligencia para escuchar la intuición, la razón, la emoción y la utopía, esa riqueza conceptual que denota la densidad de la interconexión, y paradójicamente a la fragilidad. Se trata de una estrategia de indagación



que busca ir más allá de las prácticas predeterminadas sujetas a reglas universales y protocolos estandarizados, para abordar la totalidad respetando su carácter multifacético en constante proceso de cambio y transformación y en la cual la persona que investiga está dentro de la trama que investiga, la afecta y se ve afectado. En definitiva, invita a la resonancia de Michael Foucault *pensar de otro modo*.

Pensar desde la complejidad implica aceptar como decía Heráclito que *todo fluye y nadie se baña dos veces en el mismo río*. Y, ¿qué fluye más que el comercio internacional?



El comercio internacional es dinámico, está en constante movimiento, expansión y mutación, lo que le permite un flujo natural de dinámicas transformadoras y transformaciones cualitativas, bajo sus propias reglas de organización.

El comercio internacional es un espacio de novedades y descubrimientos, que se re-crea a sí mismo, que rompe con lo establecido y crea nuevas territorialidades (zona franca y maquila, por ejemplo). La incertidumbre es consustancial a su dinámica.

El comercio internacional puede ser un espacio de discusión y diálogo entre actores y países (convenios y otros instrumentos de negociación).

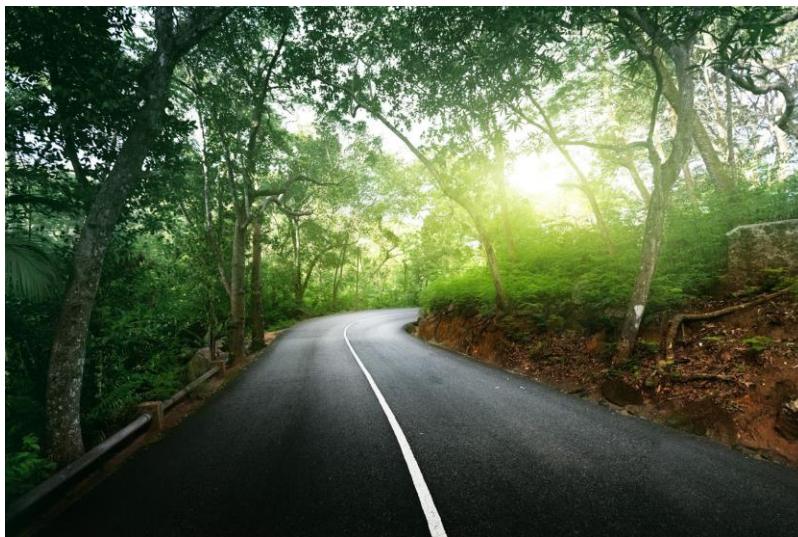
El comercio internacional es un sistema abierto, que se rige por causalidades circulares y en el que las sociedades y manifestaciones como la cultura, el lenguaje incluido, inclinan la balanza. En todas las fases de su desarrollo es posible ubicar intercambio, co-producción y co-evolución. La asociación también implica constreñimientos. El objeto



observado y el sujeto que observa no son entes aislados, autónomos, están en mutua relación y dependencia. La afectación es buñova, por medio del encuentro y el intercambio. Si en un lugar (en sentido amplio y no de espacio físico) es posible encontrar un conjunto diverso y cambiante, cual si fuera un *caleidoscopio*, es justamente en el comercio internacional.

Estrategias de indagación guiadas por la complejidad podrían contribuir a un mejor posicionamiento del conjunto de los estudios del comercio internacional, tanto aquellos con enfoque internacional como desde la perspectiva de países. Al final del día la complejidad viene de la cotidianidad, le es intrínseca y consustancial, aún más en un mundo en el cual el ritmo de las transformaciones y la velocidad de la obsolescencia se exagera. Los arreglos de la vida familiar resultan cada vez más complejos y los estereotipos convencionales ya no alcanzan para reflejarla. La economía, el derecho, la ciencia, la religión, el arte, la cultura se vuelven más complejos y el comercio internacional no está exento, al contrario, la trama del Comercio Internacional es cada vez más compleja y entender su complejidad es una oportunidad para repensar su potencial.

En síntesis, se podría decir que Re-pensar el Potencial del Comercio Internacional puede tener múltiples acepciones y posibilidades. A grandes rasgos, se trata de volver a pensar o pensar una vez más y con atención mejorada el intercambio de bienes y servicios entre países desde la complejidad. ¡¡¡Ver más allá de la *curva*!!!



BIBLIOGRAFÍA

- Aristóteles (2005). *Ética a Nicómaco*. Buenos Aires: Gradfco.
- Atlan, H. (1990). *Entre el cristal y el humo. Ensayo sobre la organización de lo vivo*.
Barcelona: Debate.
- Beer, S. (1959). *Cybernetics and Management*. English Universities Press.
- Berman, M. (1987). *El Reencantamiento del Mundo*. Santiago, Chile: Cuatro Vientos.
- Briggs, J. y Peat, D. (1999). *Las siete leyes del CAOS: Las ventajas de una vida caótica*.
Barcelona: Editorial Grijalbo (edición original Seven Life lessons of Chaos.
Timeless Widow from the Science of Change).
- Brockman, J. (1995). *La tercera cultura: Más allá de la revolución científica*. Madrid:
Tusquets Editores.
- Capra, F. (1992). *El punto crucial: ciencia, sociedad y cultura naciente*. Buenos Aires,
Argentina: Troquel, S. A.
- Capra, F. (1996). *La trama de la vida: Un nueva perspectiva de los sistemas vivos*.
Barcelona: ANAGRAMA.
- Damasio, A. (1999). *El Error de Descartes: La razón de las emociones*. Tercera Edición.
Santiago. Chile: Editorial Andrés Bello.
- Descartes, R. (1989). *Reglas para la Dirección del Espíritu*. Madrid. España: Alianza
Editorial.
- Descartes, R. (1997). *Meditaciones Metafísicas con Objeciones y Respuestas*. Madrid.
España: Ediciones Alfaragua.
- Descartes, R. (2004). *Discurso del Método*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Colihue
- Dresden, M. (1993). Chaos. A new scientific paradigm – or science of public relations.
Physics Teacher 30 (1), 10-80.
- Gaarder, J. (1995). *El mundo de Sofía: Novela sobre la historia de la filosofía*. Madrid,
España: Editorial Patria.



- García, R. (2003). La revolución conceptual de la mecánica cuántica y sus actores. En M. Ramos. (Ed). *En La revolución conceptual de la mecánica cuántica* (p. 8-20). México: Siglo XXI editores.
- González, P. (2004). *Las nuevas ciencias y las humanidades: De la Academia a la Política*. Barcelona: Anthropos Editorial.
- Hausmann, R., Hidalgo, C. (2011). *The Atlas of Economic: Complexity*. Mapping Paths to Prosperity. Center for International Development y Harvard Kennedy School. Extraído de <http://atlas.media.mit.edu> (18/07/2014).
- Kauffman, S. A. (1993). *The Origins of Order. Self-organization and selection in evolution*. New York: Oxford University Press.
- Kosík, K. (1963). *Dialéctica de lo concreto*. México: Editorial Grijalbo.
- Law, J. y Mol, A. (ed.) (2002). *Complexities. Social Studies of Knowledge Practices*. Duke University Press
- Lewin, R. (1995). *Complejidad: El caos como generador del orden*. Madrid: Tusquets Editorial.
- Mandelbrot, B. (1977). *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Maruyana, M. (1963). The Second Cybernetics: Deviation-Amplifying Mutual Causal Process. *American Scientist* 5(2), 164-179.
- Maturana, H. (1973). *De máquinas y seres vivos: autopoiesis la organización de lo vivo*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria S. A.
- Maturana, H. (1996). *El sentido de lo humano*. Santiago, Chile: Dolmen Ediciones S. A.
- Maturana, H. y Varela, F. (1973). *El Árbol del Conocimiento: Las bases biológicas del entendimiento humano*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- McCulloch, W.S. y Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in neurons activity. *Bulletin Mathematical Biophysics*, 5, 115-143.
- McCulloch, W. (1965). *Embodiments of Mind*. Massachusetts: MIT Press.
- Merry, U. (1995). *Coping with Uncertainty: Insights from the New Sciences of Chaos, Self-Organization, and Complexity*. Westport, United States: Prager Publishers.
- Morín, E. (1999). *Los siete saberes de la educación*. París: UNESCO.



- Morín, E. (1994). *Introducción al Pensamiento Complejo*. Barcelona: Editorial Gadisa.
- Morín, E. (1981). *El Método I: La naturaleza de la naturaleza*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Morín, E. (1983). *El Método II: La vida de la vida*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Morín, E. (1988). *El Método III: El conocimiento del conocimiento*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Morín, E. (1992). *El Método IV: Las ideas*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Morín, E. (2003). *El Método V. La Humanidad de la humanidad: La identidad humana*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Morín, E. (2006). *El Método VI: La Ética*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Morín, E., Ciurana, E. R. y Motta, R.D. (2003). *Educación en la era planetaria*. Barcelona: Editorial Gedisa S.A.
- Neumann, J. (1958). *The Computer and the Brain*. New York: Yale University Press.
- Neumann, J. y otros (1975). *Pensamiento y Máquinas*. Barcelona: Editorial Grijalbo.
- Najmanovich, D. (s.f.). Maestro de Sabios, Reportaje a Heins von Foerster. Extraído de <https://www.google.com/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=reportaje%20a%20jeins%20von%20foerster> (17/07/2014).
- Najmanovich, D. (2015). *El cambio educativo: Del control disciplinario al encuentro universitario*. Manuscrito original.
- Najmanovich, D. (2005). *El juego de los vínculos. Subjetividad y redes: figuras y mutación*. Buenos Aires: Editorial Biblos.
- Odum, E. y Barret, G. (1953). *Fundamentals of Ecology*. Thomson Brooks/Cole. (Quinta Edición).
- Osorio, S. N. (ed.) (2012). *Cátedra Humanitas: Édgar Morín. Pensador Planetario*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Pérez, R. A. y Sanfeliu, I. (2013) (coord.). La complejidad de lo social. La trama de la vida: Nivel de integración social. En N. Caparrós y R. Cruz (ed.). *Viaje a la Complejidad 4*. Madrid: Biblioteca Nueva.



- Prebish, R. (1963). *Hacia una dinámica del desarrollo latinoamericano*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Prigogine, I. (1996). *El fin de la Certidumbre*. Santiago, Chile: Editorial Andrés Bello.
- Sampedro, J. L. y Taibo, C. (2011). *Conversaciones SOBRE POLÍTICA, MERCADO Y CONVIVENCIA*. Madrid: Los libros de la Catarata (la primera edición es de abril de 2006).
- Shannon, C.E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*, (2), 379-423 y 623-656.
- Smith, A. (2011). *La riqueza de las naciones*. Madrid: Alianza Editorial (la primera edición es ingles de 1776).
- Strathern, P. (1998). *Spinoza en 90 minutos*. Madrid: Siglo XXI editores.
- Strathern, P. (1997). *Einsten y la relatividad en 90 minutos*. Madrid: Siglo XXI editores.
- Strathern, P. (1996). *Descartes en 90 minutos*. Madrid: Siglo XXI editores.
- UNESCO (1996). *El Correo de la UNESCO. ¡Viva la Complejidad!* París: UNESCO.



LA VERDAD
NOS HACE
LIBRES



CENTRO INTERNACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Serie de Documentos de Trabajo
Heredia Costa Rica