

UNIVERSCIENCIA



MR

Publicación arbitrada cuatrimestral

Enero - Abril 2019

Núm. 50, año 17

\$50.00

Revista de divulgación científica

Las nuevas tecnologías de la información y su influencia en el campo de la psicología

Diego Efraín López Herrera

Vidas paralelas: la economía y la mafia del poder en México

Juan Calvillo Barrios

Terapia Breve Centrada en Soluciones aplicada a la violencia dentro del noviazgo

José Guadalupe Loera Camacho

Diana Alejandra Canul Rosado

Alejandra Andrade Ramos

La escritura del planteamiento del problema desde la pedagogía basada en el género

Carmen Flores Moreno

Evaluación de la higiene postural a través de la Aplicación del Cuestionario Nórdico Musculoesquelético en la Universidad de Oriente Veracruz

Juan Libreros Viñas

Tamara Pérez Galicia

Esteban Lara Ramírez

Jornada Única ¿es realmente un programa para la calidad educativa?

Carolina Ávila Múnera

Karen Susana Gaviria Fonnegra

Trato digno en el paciente hospitalizado en una institución de tercer nivel

Rubén Santiago Lara

Video digital: instrumento de capacitación docente

Carlos Barros

Roosevelt Barros

Bioética y políticas públicas

Sergio Monroy González

Héctor Galeano Sandoval

Educación superior para resolver nuevas necesidades sociales, caso exitoso: gastronomía-enfermedad rara

Densy Malena Pelóez Pacheco

Brenda Nallely Barragón Pasallo

La complejidad ¿entre la dicotomía de pensamiento y el método?

Cristian Julián Álvarez

Ana Laura Montero Ocampo

México 1968. 50 años del movimiento estudiantil de 1968, desde la óptica de Manuel Díaz Cid (intervención en homenaje póstumo)

René Valdiviezo Sandoval

La violencia: reflexiones para el debate

Eduardo Hernández de la Rosa

ÍNDICE

ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA SALUD

PÁGS. 1 – 8

**LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y SU INFLUENCIA EN EL
CAMPO DE LA PSICOLOGÍA**

DIEGO EFRAÍN LÓPEZ HERRERA

PÁGS. 9 – 18

**TERAPIA BREVE CENTRADA EN SOLUCIONES,
APLICADA A LA VIOLENCIA DENTRO
DEL NOVIAZGO**

JOSÉ GUADALUPE LOERA CAMACHO

DIANA ALEJANDRA CANUL ROSADO

ALEJANDRA ANDRADE RAMOS

PÁGS. 19 – 32

**EVALUACIÓN DE LA HIGIENE POSTURAL
A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN
DEL CUESTIONARIO NÓRDICO
MUSCULOESQUELÉTICO EN LA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE VERACRUZ**

JUAN LIBREROS VIÑAS

TAMARA PÉREZ GALICIA

ESTEBAN LARA RAMÍREZ

PÁGS. 33 – 55

**TRATO DIGNO EN EL PACIENTE
HOSPITALIZADO EN UNA INSTITUCIÓN
DE TERCER NIVEL**

RUBÉN SANTIAGO LARA

ÁREA DE LAS CIENCIAS SOCIALES

PÁGS. 61 – 68

BIOÉTICA Y POLÍTICAS PÚBLICAS

SERGIO MONROY GONZÁLEZ

HÉCTOR GALEANO SANDOVAL

LA COMPLEJIDAD ¿ENTRE LA DICOTOMÍA DE PENSAMIENTO Y EL MÉTODO?

PÁGS. 69 – 86

CRISTIAN JULIÁN ÁLVAREZ

ANA LAURA MONTERO OCAMPO

PÁGS. 87 – 91

LA VIOLENCIA: REFLEXIONES PARA EL DEBATE

EDUARDO HERNÁNDEZ DE LA ROSA

VIDAS PARALELAS: LA ECONOMÍA Y LA MAFIA DEL PODER EN MÉXICO

PÁGS. 93 – 101

JUAN CALVILLO BARRIOS

PÁGS. 103 – 113

LA ESCRITURA DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DESDE LA PEDAGOGÍA BASADA EN EL GÉNERO

CARMEN FLORES MORENO

ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

JORNADA ÚNICA ¿ES REALMENTE UN PROGRAMA PARA LA CALIDAD EDUCATIVA?

PÁGS. 115 – 127

CAROLINA ÁVILA MÚNERA

KAREN SUSANA GAVIRIA FONNEGRA

PÁGS. 129 – 138

**VIDEO DIGITAL: INSTRUMENTO DE
CAPACITACIÓN DOCENTE**

CARLOS BARROS

ROOSVELT BARROS

**EDUCACIÓN SUPERIOR PARA RESOLVER NUEVAS
NECESIDADES SOCIALES, CASO EXITOSO:
GASTRONOMÍA-ENFERMEDAD RARA**

PÁGS. 139 – 146

DENSY MALENA PELÁEZ PACHECO

BRENDA NALLELY BARRAGÁN PASALLO

DOSSIER

PÁGS. 147 – 150

**MÉXICO 1968. 50 AÑOS DEL MOVIMIENTO
ESTUDIANTIL DE 1968, DESDE LA ÓPTICA
DE MANUEL DÍAZ CID (INTERVENCIÓN EN
HOMENAJE PÓSTUMO)**

RENÉ VALDIVIEZO SANDOVAL

CRISTIAN JULIÁN
ÁLVAREZ¹

ANA LAURA
MONTERO OCAMPO²

LA COMPLEJIDAD ¿ENTRE LA DICOTOMÍA DE PENSAMIENTO Y EL MÉTODO?

69

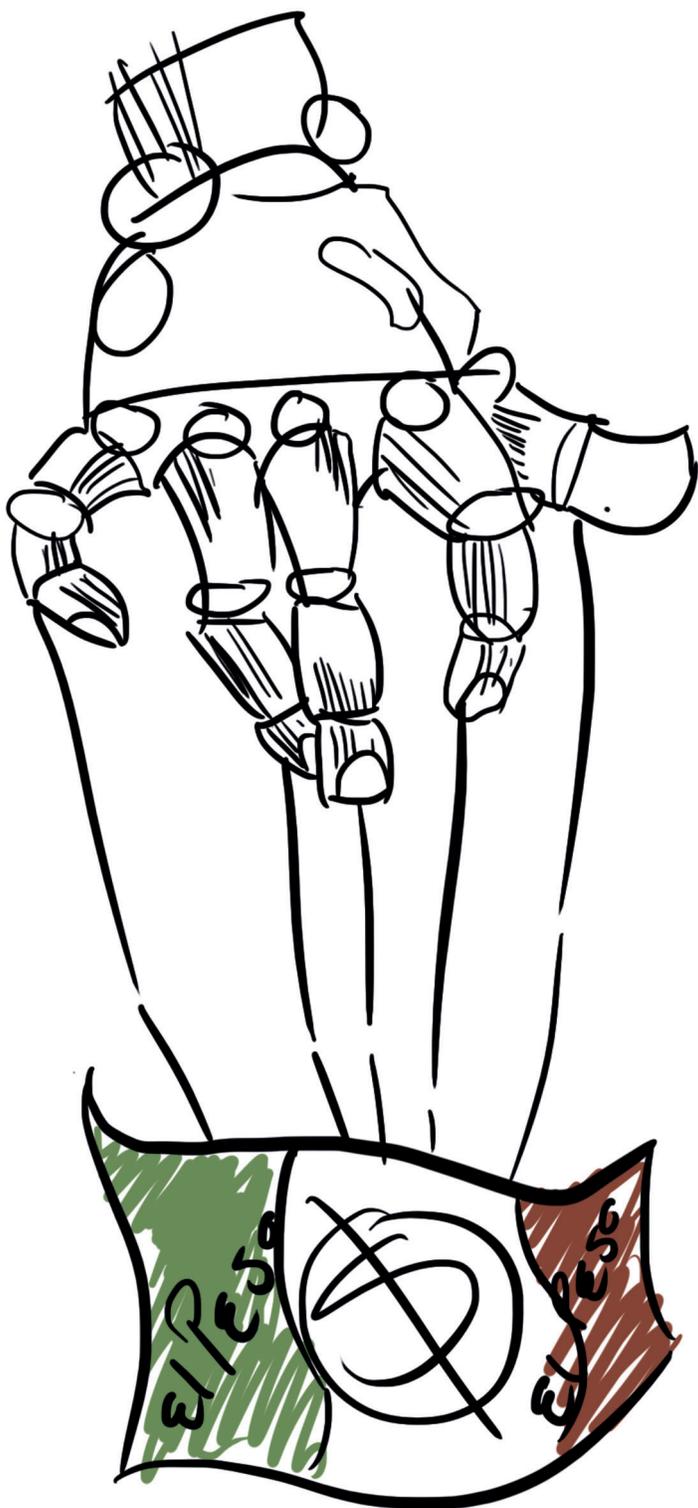
RESUMEN

El mecanicismo, el positivismo y el determinismo, actualmente presentan restricciones para atender la complejidad inherente a los sistemas humanos, los colaborativos cognitivos y algunas de sus invenciones, especialmente en lo relacionado con sus dimensiones ambiental, económica, política, social y cultural. Esta limitación ha promovido nuevas formas de cognición multicriterio, de amplitud temporal, espacial y hologramática, que se operativizan con métodos y constructos matemáticos, para poder comprender e intervenir una realidad, tejida por eventos no lineales y el azar.

Sin embargo, debido a las distintas posturas intelectuales, corrientes académicas y escuelas de pensamiento, se evidencia una aparente dicotomía en cuanto al súper concepto de complejidad, en lo concerniente al pensamiento en sí y las ciencias

¹ Universidad MMR Édgar Morín. Líder de Investigación, Proyecto Axioma. cjdiaz@unal.edu.co

² Universidad de Oriente Cancún. Profesor-Investigador invitado. yaowitsilin@gmail.com



que lo instrumentalizan. Diferenciación que, al ser analizada desde el planteamiento de varios autores, termina siendo complementaria para el buen desarrollo de investigaciones transdisciplinarias que busquen solucionar los actuales problemas que como sociedad hemos generado, principalmente al desconocer la infalibilidad de las leyes naturales y la dinámica natural y, sobre todo, al perder la ética planetaria que nos hacía humanos.

PALABRAS CLAVE:

COMPLEJIDAD, SISTEMAS COMPLEJOS, PENSAMIENTO COMPLEJO Y CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD.

ABSTRACT

Mechanism, positivism and determinism currently present restrictions to address the complexity inherent in human systems, cognitive collaborations and some of their inventions, especially in relation to their environmental, economic, political, social and cultural dimensions. This limitation has promoted new forms of multicriteria cognition, of temporal, spatial and hologrammatic amplitude, which are operationalized with mathematical methods and constructs, in order to understand and intervene a reality woven by nonlinear events and randomness.

However, due to the different intellectual positions, academic currents and schools of thinking, there is an apparent dichotomy regarding the super concept of complexity, as regards the thought itself and the sciences that instrumentalize it. Differentiation that, when analyzed from the approach of several authors, ends up being complementary to the good development of transdisciplinary research that seeks to solve the current problems that we as a society have generated, mainly by ignoring the infallibility of natural laws and natural dynamics and, above all, by losing the planetary ethic that made us human.

KEY WORDS:

COMPLEXITY, COMPLEX SYSTEMS, COMPLEX THINKING AND COMPLEXITY SCIENCES.

FECHA DE RECEPCIÓN:

10-JUNIO-2018

FECHA DE ACEPTACIÓN:

26-SEPTIEMBRE-2018

Introducción: la anomalía planetaria

La investigación y posterior intervención social que desde la ciencia clásica copernicana (siglo XVI) y newtoniana (siglo XVIII) se han realizado durante los últimos cinco siglos, y se siguen realizando por buena parte de la comunidad científica mundial, han permitido avances en ciencia y tecnología que amplían la frontera de exploración del mundo y el universo, aumentan el conocimiento fisicoquímico de la naturaleza y de los constructos humanos y facilitan el usufructo de la creación. Todo esto soportado en unidades de medida, rúbricas, métodos, protocolos y procedimientos estandarizados, y planes de formación semejantes desde el nivel básico hasta el profesional y posgradual.

Los procesos sociales de matematización del mundo que conciben una naturaleza formalizada, ideal y abstracta (García, 2006; Gurdíán, 2007; De Sousa Santos, 2010; Núñez, 1999) que, junto a las teorías económicas sobre la división del trabajo, el mercado, la moneda y la acumulación de capital de Adam Smith (1776), y las relacionadas con los beneficios, salarios y el dinero de David Ricardo (1852), han definido el mundo tal como lo conocemos e imaginamos; brindando, además, las bases para el manejo, medición y operacionalización de distintos procesos en medicina, química, física, economía, contaduría, administración e ingeniería, entre otras.

Aunque el planeta Tierra está más allá de la comprensión para muchos de nosotros (Drake, 2018), estas ciencias y profesiones logran brindar seguridad relativa a millones de personas que observan una aparente correspondencia entre

el orden racional del mundo determinista que los rodea, y sus respectivos modelos mentales y *modus vivendi*. Experiencia de vida que, a manera de ejemplo, se valida cada vez que en una ciudad capital los trenes salen a tiempo, los aviones decolan según itinerario, las partes y herramientas de distintas máquinas se fabrican y utilizan con tranquilidad en todos los rincones del mundo, los medicamentos y vacunas se sintetizan para bien de muchos, las comunicaciones y señales facilitan la globalización, el dinero fluye, la renta aumenta y la economía crece, entre otras tantas bondades. Sistema cuantificable e indizado, que es relevante y soportado por la comunidad científica y, por ende, aceptado por las personas, el colectivo, las instituciones y los gobiernos (De Sousa, 2010).

Sin embargo, este mundo plano y globalizado que plantea Thomas Friedman (2005), se derrumba ante el afloramiento de anomalías en las imbricadas relaciones existentes entre las dimensiones fisicoquímica, biológica, ambiental, ecológica, financiera, política, social y religiosa. Como prueba de esto, se pueden mencionar casos que podrían ser catalogados como sorprendentes: a) la deliberada desatención de un maquinista de los protocolos de tránsito férreo, descarrilando un tren (Aranda, 2013); b) la desesperación existencial de un piloto de aerolínea que decide estrellar su avión y llevarse consigo más de 170 vidas (BBC, 2018); c) el desgaste y fractura accidental de materiales al no resistir la tensión a los que se les somete por mala manufactura (Álvarez, 2017); d) la aparición de enfermedades para las cuales no hay una aparente cura o que toda la dolencia física y mental quiera solucionarse con medicamentos (Gotszche, 2016); e) el ejercicio del terror por grupos fundamentalistas, jóvenes escolares, adultos pensionados o personas de variados perfiles psicológicos (Laqueur, 2003); f) el aumento de la desigualdad por una excesiva concentración de la riqueza, cuando muchos padecen hambre y no tienen las necesidades básicas satisfechas (Piketty, 2014); g) la amenaza a la propia existencia humana por la contaminación creciente

(Díaz y Bustos, 2017); y h) el colapso parcial de muchas ciudades para buena parte de su población, debido a la pobreza extrema, la contaminación, la desigualdad, la escasa movilidad y la falta de oportunidades, entre otras (Díaz, 2012).

Hechos que siguen considerándose por parte del colectivo, gestores de política y mandatarios, como irregularidades marginales que no afectan el orden establecido, toda vez que la reinante reducción fenomenológica sigue brindando réditos científicos, tecnológicos y económicos; esto crea una desatención deliberada de las restricciones ontológicas, epistémicas y prácticas, para atender las actuales necesidades de un mundo sin rumbo aparente y con un futuro distópico. Pensamiento lineal que se evidencia por la precaria comprensión de los problemas ambientales, económicos y sociales, que imprimen a las políticas públicas sellos de gran inoperancia e incongruencia, permitiendo que la tecno-burocracia justifique el cumplimiento de sus obligaciones sin que se logren transformar, revertir o evitar las situaciones indeseables (García, 2009).

Sin embargo, estas anomalías pueden ser asumidas de manera optimista en la forma de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (UN, 2016), en los movimientos sociales de espíritu ambiental y de resistencia civil, y la bioética, entre otros; o con desilusión, al observar la creciente indisposición y violencia ciudadana ante las crisis política, económica y financiera, las tensiones políticas entre países, y a la escasa resiliencia y adaptabilidad de las comunidades ante el cambio y fluctuación climática.

Debacle que se observa en el crecimiento acelerado y sus devastadoras crisis financieras y del mercado, en el recrudecimiento de ataques –suicidas o no– contra la población civil, en la creciente violencia y amenazas de conflictos bélicos internacionales, en la pérdida de inocuidad de muchos alimentos por efectos de la contaminación, y en la amenaza real de la vigilancia integrada, soportada maquiviélicamente por la tecnología y la

creciente demanda social de seguridad. Sin número de situaciones que violan —de algún modo— las expectativas inducidas por el crecimiento económico, la civilidad y la globalización (Draper, 2018; Francisco, 2015; Francisco, 2018).

Cualquier discrepancia frente a las reglas dominantes, genera perplejidad por la incoherencia entre lo estudiado, lo diseñado, lo planeado, la prospectiva y los hechos; lo que llevaría a sustituir algunos paradigmas base, rectores de la sociedad, la familia y el individuo, a partir de la revolución de pensamientos, teorías, discursos, métodos y prácticas de una parte de la comunidad académica que reconoce y advierte las anomalías crecientes (Kung, 2013).

Algunos representantes de esta revolución son Thomas Tufte (2013), con su propuesta de comunicación para el cambio social; Leonardo Boff (1996) desde la perspectiva de la nueva ecología; Vandana Shiva (2005) con su manifiesto para una democracia de la Tierra (2005); Enrique Leff (1998) desde el saber y la epistemología ambiental; Amartya Sen (1987 y 2000) con su propuesta de ética, desarrollo, ciudadanía del mundo y la economía del bienestar; Boaventura de Sousa Santos (2010), quien promueve una reinención del conocimiento del Sur y la emancipación social de las colonias modernas; Edgar Morin, con su método para atender, responder y trabajar la complejidad (1977, 1980, 1986, 1989); y naturalmente, el Papa Francisco con su Encíclica Apostólica *Laudato Si* (2015).

Rebelión científica, económica y social que se fundamenta en los conceptos de complejidad, ética global, ecología política, economía ecológica, democracia, justicia ambiental y social; constituyéndose en una alternativa novedosa —y por el momento marginal— en la ciencia contemporánea (Rodríguez y Aguirre, 2011; Solana, 2011).

Bajo esta sucinta consideración de la realidad, donde se identifican, reconocen y afloran realidades dominadas por múltiples procesos, en sistemas regidos por la incertidumbre y el caos,

se requiere una epistemología y lógica sistémica, creativa, moral y ordenada que atienda la complejidad, cuyos conceptos se desarrollarán a continuación, siendo una base fundamental para el desarrollo de investigaciones interdisciplinarias que ayuden a encontrar soluciones novedosas para los actuales problemas que aquejan a la naturaleza y la sociedad, y los que se suscitarán en las venideras crisis mundiales (Ciurana, 2007; García, 2006).

1. Los sistemas complejos

La Real Academia Española (2018) cimienta las distintas definiciones de sistema desde los conceptos de conjunto y de relación; fundamento proposicional que Von Bertalanffy (2006) perfeccionó al concebirla como un conjunto de elementos en interacción, compuesto por límites, elementos, redes de comunicación e información, que cumplen una función determinada. Esta enunciación es aplicable tanto a un conjunto de ecuaciones, como a una mezcla o transformación química realizada en un reactor, a las organizaciones biológicas en distintos niveles de la cadena trófica, a los estándares de unidades de medida, a los componentes fisiológicos de un organismo vivo, a las unidades lingüísticas, y a los constructos sociales, técnicos, económicos, organizacionales, jurídicos, económicos y políticos del hombre, entre otros.

Sin embargo, hay ciertos conjuntos que están constituidos por elementos heterogéneos que solo permiten una descomposición parcial, dispuestos en múltiples niveles de organización y con dinámicas propias e interactuantes entre sí. Sistemas que presentan sensibilidad a las condiciones iniciales y de contorno, debido al intercambio de materia, energía e información, que mantienen estructuras ordenadas y pseudoestables en condiciones muy alejadas del equilibrio, y donde el caos es el resultado natural del desenvolvimiento y la ruptura simétrica del tiempo; sistemas cuyos horizontes predictivos son muy cortos, definidos principalmente por la no linealidad, la inercia y el efecto mariposa.

Conjuntos que se denominan complejos, que requieren el concurso de equipos multidisciplinarios, métodos interdisciplinarios de investigación, y una teoría transdisciplinaria para su aproximación y estudio (Cilliers y Nicolescu, 2012; Ciurana, 2007; García, 2006; Morin, 1999).

En este orden de ideas, los sistemas complejos pueden ser definidos como conjuntos difusos de alta entropía, cuyos elementos presentan relaciones imbricadas tanto en su interior como en sus alrededores, en virtud de su permeabilidad; esta condición define probabilidades de existencia, incertidumbres de Estado y aleatoriedad de ocurrencia, que no pueden ser resueltos a partir de la lógica binaria.

Sin embargo, al ser representaciones de la realidad, estos sistemas expresan abstracciones y conceptualizaciones procedentes de la observación, los hechos y los procesos mentales del individuo, lo que les imprime subjetividad, parcialidad, probabilidad de existencia, ocurrencia y verificación y, en ciertos casos, irresolución, todo dependerá de la forma como se recibe y procesa la información (señales sensoriales) en el cerebro, y se comunican las ideas por parte del investigador desde su modelo mental.

Esta realidad aparentemente es corregida por el personal técnico, los hacedores de política, tomadores de decisiones y gestores, quienes calibran el rigor del trabajo, la investigación y la intervención a partir de mediciones, rúbricas e indicadores; además, eliminan la relación entre minorías de expertos/especialistas y colectivos, constituidos mayoritariamente por no pares (Arocena, 2014; De Sousa Santos, 2010). Sin embargo, esta formalización de la realidad a través de patrones, aumenta la limitación para comprenderla y concebir mundos posibles; situación oportuna para la consolidación de una *Teoría de la Complejidad*, y posteriormente, el desarrollo de herramientas para su operación y validación.

2. La complejidad

Como paradigma científico emergente y no totalitario (Morin, 1992), o como problema (Maldonado, 2009), la complejidad puede ser abordada –en el campo de los estudios contemporáneos– desde la metodología, la técnica y los procesos; o desde el pensamiento y la cosmovisión, siendo la primera concepción denominada complejidad restringida, mientras que la segunda corresponde a la complejidad general (Morin, 2006; Morin, 2010; Rodríguez y Aguirre, 2011); cada una de las cuales se analizarán.

2.1 Complejidad general, cognición y educación para la sostenibilidad

En cuanto al pensamiento se refiere, Edgar Morin afirma que la idea fundamental de la complejidad es que “la esencia del mundo es inconcebible” (1999, p. 145), lo que determina la existencia de un principio de incertidumbre en cada proposición válida o planteamiento verdadero que se promulgue. Límite de certeza que aparece en el *Homo Complexus*, justo en el instante cuando se ensambla el conjunto de ideas en su cerebro (ver Tabla 1) para consolidar un modelo mental que busca comprender, interpretar e intervenir la realidad, en sus dimensiones física, biológica, fisicoquímica, cultural, social e histórica (Predborska, 2013a).

Sin embargo, la restricción prima para liberar la mente hacia la complejidad está en la mayoría de los procesos formales de enseñanza y de aprendizaje, que reducen la plasticidad cerebral de las personas para actuar ante lo desconocido y las anomalías que afloran en los sistemas complejos. Tal como lo denunció el artista y entomólogo alemán Leopoldo Richter, al opinar sobre la trampa de los procesos de enseñanza/aprendizaje en Latinoamérica: “[...] El modelo educativo actual determina que, luego de sortear un esquema curricular de cinco años, el egresado sea incapaz de pensar por sí mismo [...]” (como se citó en Walter, 1997, p. 32).

Tabla 1. Fisiología del pensamiento y su relación con la complejidad

<p>La capacidad para organizar conceptos, ideas y generar conocimiento está definida por 500 a 1000 billones de conexiones sinápticas en una red biológica reticular de aproximadamente 160000 km de fibras nerviosas, cuyos impulsos producen ondas cerebrales que oscilan entre los 0,1 y 30 Hz; constituyéndose en un entramado bioquímico <i>triúnico</i> de sistemas complejos que permiten –de manera natural- consolidar un Pensamiento Complejo, no sólo como corriente holística sino como actuar cognitivo. Así mismo, es importante resaltar que la capacidad cerebral también depende de la forma como se entrelacen los conceptos en el hipocampo y los lóbulos temporales mediales.</p>	<p>Actividad cerebral que a nivel molecular involucra el paso de iones a través de pequeños y separados canales entre las membranas celulares de las neuronas; permitiendo así el establecimiento de una memoria operativa y funcional para uso inmediato; y tras unos segundos como memoria a largo plazo.</p>
---	---

Fuente: elaboración propia con información de Alkon, 1994; Foer, 2011; Foer y Steber, 2007, p. 6; Foer, 2011; Llinás, 2013; Restak, 1994; Zimmer, 2014, p. 6.

Aquí se muestra la importancia de propiciar el uso de instrumentos asimiladores de la experiencia y de espacios de reflexión, crítica y servicio, donde se puedan develar los distintos niveles de relación y estructuras en una realidad específica; de manera que se promueva –desde el proceso cognoscente del individuo– el ajuste y consolidación de modelos mentales hologramáticos, que favorezcan la comunicación y trabajo colaborativo entre las ciencias, las profesiones, el saber tradicional y los legos, en aras de atender algunos problemas estructurales que el mundo padece actualmente, como son la sostenibilidad de los asentamientos humanos y las ciudades, el cambio climático y la reinención de la educación (Díaz y Pulecio, 2016; Morin y Delgado, 2017; Predborska, 2013b).

Esta cognición compleja no solo brindará herramientas de crítica para evaluar la correspondencia entre distintos órdenes racionales, sino también la capacidad para simular y construir mundos posibles y escenarios de sustentabilidad.

De esta manera, los objetos y sentimientos motivadores de cambio e intervención serán contruidos y expuestos desde una aproximación coordinada, interpretativa y multireferencial de la realidad, involucrando al investigador con el fenómeno que estudia (Alhadeff, 2009; Harris, 2005).

Una de las maneras para lograrlo es a través de la *Paroxýnetai*, cuya reacción interior de indignación, provocada por la incoherencia, la no correspondencia entre los fundamentos y métodos del conocimiento científico, y la intervención social, promueve una crítica social centrada en la reivindicación de la supervivencia, el bien común y el disfrute de la vida (Francisco, 2016). A fin de cuentas, es semejante al planteamiento de Edgar Morin *et al.* (2002) de constituir una ética del ser humano, la naturaleza y la biósfera terrestre para la nueva Era Planetaria.

Tabla 2. La complejidad desde lo trascendente

<p>Ante la realidad que ha sido, es y será -pero que no logra ser interpretada, concebida e intervenida holísticamente por las restricciones culturales, de apreciación y cognición del observador-, la Complejidad es una dimensión cognoscente mediante la cual el hombre finito busca comprender -parcial y provisionalmente- la fenomenología del mundo que lo rodea, reconociendo que nunca lo entenderá en su totalidad. Dimensión que además permite reconocer la artificialidad de los constructos antrópicos -aceptando su herrumbre-, así como alcanzar estadios de crecimiento individual y social -sabiendo de antemano que cada generación deberá empezar de nuevo-. De igual manera, y bajo escenarios de alta incertidumbre, permite discernir para asegurar el buen vivir y el bien común.</p>	<p>Por otro lado, el Pensamiento Complejo presenta un gran potencial, el cual radica en el lenguaje laical que ha manejado desde sus inicios, que le permite llegar fácilmente a todas las personas, credos y culturas.</p>
--	---

Fuente: elaboración propia.

Ahora bien, en cuanto al ejercicio de la investigación se refiere, es menester evidenciar y advertir que el contexto cultural, las creencias, la educación previa, la exposición a bibliografía, y la experiencia personal y profesional, determinan la forma como el investigador define el problema y posteriormente desarrolla su trabajo (Ciurana, 2007; Díaz, 2013). Percepción relativa del mundo que -en función de la lógica reinante, la historia y el espíritu- puede conducir a un estado de irresolución, duda y confusión, cuando se intenta dimensionar y comprender el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones y azares que constituyen el mundo fenoménico que se intenta comprender (Morin *et al.*, 2006). Se debe de reconocer al final la dificultad de estandarizar al mundo y sistematizarlo en únicas categorías o comunicarlo de igual manera a eruditos y legos.

En mérito de lo anterior, se podría decir que el rasgo distintivo de la complejidad generalizada está fundamentado en un repensar epistemológico gobernado por los principios de la distinción y conjunción, que pretende comprender las

relaciones entre el todo y las partes, la vida tal y como es, y sus posibles soluciones futuras bajo escenarios de alta incertidumbre. Ciencia con conciencia, que busca complementar los dominios disciplinares para superar el actual pensamiento dominante reduccionista (Juárez y Comboni, 2012; Maldonado, 1999; Morin, 2006; Morin, Ciurana y Mota, 2006).

Sin embargo, el proceso cognitivo para la complejidad presenta algunas limitaciones evidenciadas por Alhdeff Jones (2009), Edgar Morin y colaboradores (2002, p. 68) y Carlos Maldonado (2009, p. 3): el primero advierte la excesiva relativización de las ideas, constructos y productos académicos bajo el amparo de la irresolución del mundo. El autor francés reconoce el efecto sombra cuando se avanza en el conocimiento, haciendo luz donde había oscuridad; y el tercero lo reduce a la aplicabilidad de meros procedimientos para lograr una aproximación al mundo, a los fenómenos y al ser humano.

Por lo tanto, como actuar cerebral, como proceso cognitivo, lógico, creativo, y motivado por

la indignación, el pensamiento complejo revela que el conocimiento definitivo, claro y total del mundo, es un límite matemático al que nunca se llegará. No solo porque la naturaleza y el mundo construido están hechos de sistemas dentro de sistemas de manera indefinida; sino porque en el mundo inestable que conocemos –a través de una ventana finita–, la entropía va en aumento, exacerbando las ramificaciones y futuras condiciones de estado que no son fáciles de predecir (Margalef, 1986, p. 128; Prigogine, 1986).

2.2. Complejidad restringida

Definida inicialmente desde la termodinámica del no equilibrio (Prigogine, 1962), la teoría de las catástrofes (Thom, 1990), la geometría fractal de la naturaleza (Mandelbrot, 1997), la ciencia del caos (Lorenz, 2000; Ruelle, 1995), los modelos basados en agentes y demás algoritmos inferenciales (Gilbert y Troitzsen, 1999), las lógicas no clásicas (Palau, 2002), la ciencia de redes (Barabasi, 2008; Strogatz, 2003) y las redes complejas (Aldana, 2006), entre otros, la complejidad restringida se concibe y asocia con los métodos, técnicas y procedimientos necesarios para medir, comprender, analizar, simular, intervenir y hacer prospectiva sobre los fenómenos, sistemas y comportamientos cuyas principales propiedades son la no linealidad, la auto organización, la emergencia, el caos, la aleatoriedad, la adaptación, la evolución, la flexibilidad y la estabilidad en condiciones alejadas del equilibrio (Anderson, 1999; Maldonado, 2007; Rodríguez y Aguirre, 2011).

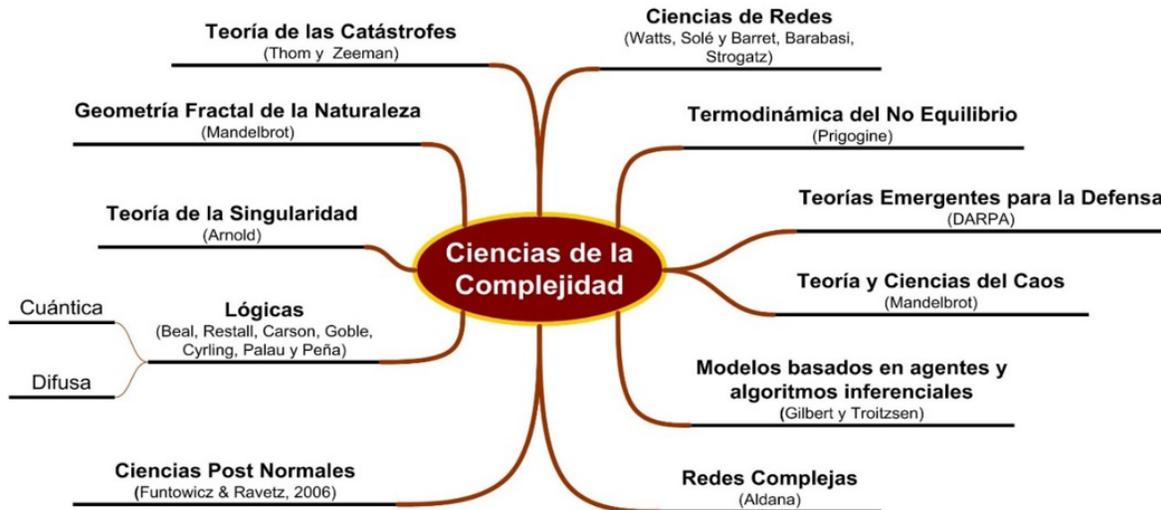
Este conjunto robusto de constructos científicos (ver Figura 1) se caracteriza por concentrar los esfuerzos de análisis, y la ponderación en las interacciones locales y estructuras, más que en las singularidades de los elementos

(García, 2006; Maldonado, 2005); por desarrollar aproximaciones de modelado tipo “desde la base hacia arriba” (*bottom-up*) y de “arriba hacia abajo” (*top-down*); identificar reglas simples que den lugar a patrones de comportamiento, o definir niveles de abstracción en donde la interdisciplinariedad tenga cabida, sacrificando así un poco la precisión (Axelrod, 2004; Díaz, 2014). Sin embargo, estos métodos carecen –en su mayoría– de técnicas de integración con la teoría económica, política y social, y mucho menos con la cultura, lo que genera una deficiencia para dar respuesta oportuna al actual requerimiento social de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Razón por la cual, estas ciencias podrían ser llamadas complicadas, más no complejas propiamente hablando.

Por otro lado, hay ciencias post normales que buscan resolver problemas ambientales y sociales desde la complejidad, con el principal objetivo de mejorar los procesos de participación en la toma de decisiones. Para tal fin, se concentran los esfuerzos de análisis en la gestión de las incertidumbres, en las ponderaciones de las cargas de valor de los pares y no pares, y en su función en la construcción de políticas públicas (Funtowicz y Ravetz, 2003; Ravetz, 2006). Aunque su racionalización metodológica tiende a olvidar aspectos importantes en la gobernanza de los problemas sociales, y de la democracia deliberativa y participativa (Wesselink y Hope, 2011), logran empoderar a comunidades en la resolución de los problemas que las aquejan.

Sin embargo, es importante evidenciar que no todas estas ciencias atienden cabalmente la complejidad ni tampoco soportan su lenguaje, herramientas y enfoques; por tal motivo, su uso debe ser cauto para no caer en un excesivo relativismo postmoderno, en un afán creativo y novedoso, o en imposturas intelectuales (Maldonado, 2009; Sokal y Bricmont, 1997).

Figura 1. Principales teorías que se consideran dentro de las ciencias de la complejidad



Fuente: elaboración propia, con información de Aldana (2006), Arnold (1981), Barabasi (2008), DARPA (2016), Gilbert y Troitzsen (1999), Lorenz (2000), Mandelbrot (1997), Maldonado (2009), Palau (2002), Prigogine (1962), Strogatz (2003), Thom (1990).

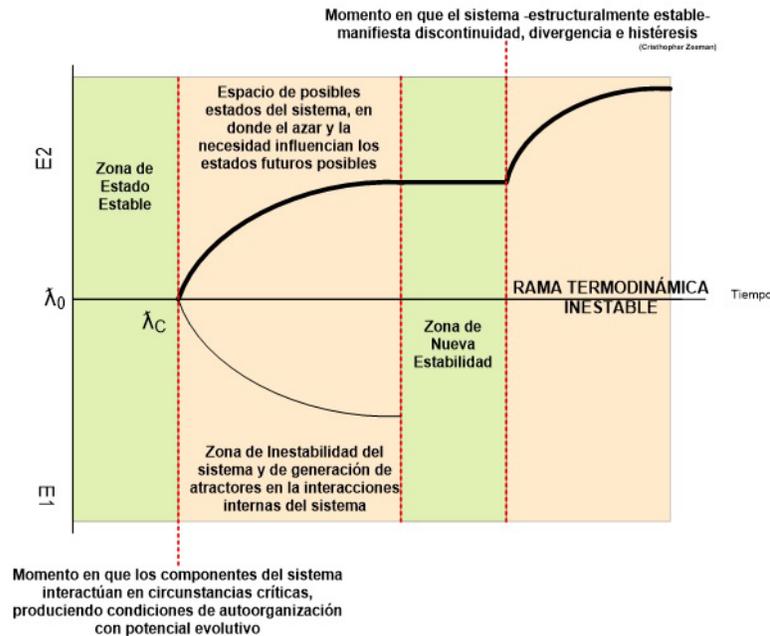
2.2.1 Aplicabilidad de las ciencias de la complejidad

Un aspecto llamativo de las ciencias de la complejidad es que, debido al alejamiento del equilibrio en que se encuentran los sistemas complejos objeto de estudio, estas no pretenden controlar –vía servomecanismos o lazos de control– los fenómenos que se suscitan en su interior (Maldonado, 2007). Esta consideración de reducido gobierno y baja predictibilidad, se justifica por la continua transición *entropía/neguentropía, ruido/información, interacción/organización, orden/desorden*, que se presenta entre los elementos, la frontera y el contorno del sistema, para enfrentar todos los procesos de desintegración que lo acechan (Morin, 1999, p. 126), razón por la cual existen procesos de retroalimentación, homeostasis y disipación de entropía, que tratan

de mantener estados pseudoestables, al ajustar sus parámetros en un *set point* determinado, sin reducir el número de grados de libertad.

Esta lucha contra el colapso de los sistemas complejos y la gestión heterodoxa, matemática e instrumentalizada, que desde las ciencias de la complejidad se realiza, conllevaría a los puristas y comunidad en general a poner en duda la valía de la investigación en torno a la complejidad existente y creciente; propiamente en lo fútil, podría llegar a ser la comprensión y predicción a corto plazo del comportamiento de múltiples sistemas cognitivos, sociales, políticos, económicos y ambientales, así como los tipos de respuesta inmediata para establecer medidas de adaptación ante el cambio de estado producido cuando se presentan rupturas de simetría y bifurcaciones, como las expuestas por Illya Prigogine en su termodinámica de no equilibrio (ver Figura 2).

Figura 2. Bifurcación tipo horquilla de un sistema complejo, donde el azar y la necesidad existentes determinarán el estado futuro posible



Fuente: elaboración propia con información de Prigogine, I. (1997 y 2008).

En condiciones de no equilibrio en un sistema complejo, las fluctuaciones son esenciales a los puntos de bifurcación, en los cuales el sistema –de manera probabilística– privilegia una de las posibles soluciones ante la continua perturbación (Prigogine, 1997). Tomando como símil la bifurcación en horquilla –expuesta por la Escuela del Premio Nobel–, la distancia respecto al equilibrio, definida por el parámetro λ , brindaría una condición de estado estable –ante una perturbación– en el espacio comprendido entre $\lambda=0$ hasta $\lambda= \lambda_c$. Más allá de este punto, el sistema urbano se tornaría inestable, para lo cual se presentaría un par simétrico de soluciones estables nuevas; este proceso se verificará cada vez que las perturbaciones excedan la homeóstasis existente.

Sin embargo, estas dudas se resuelven al considerar las propuestas de Anderson (1999), Axelrod y Cohen (1999), y Maani (2017), quienes

recomiendan aprovechar todo el desarrollo teórico, conceptual, metódico y operativo de estas ciencias para resolver problemas complejos; al poner en práctica y al superar los exhaustivos trabajos de revisión bibliográfica y discusión realizados por pensadores que preceden a Edgar Morin, como es el caso de Reynoso (2006 y 2009), Maldonado (2005, 2007 y 2009), Solana (2011), y Rodríguez y Aguirre (2011), entre otros.

Este anhelo de pragmatismo ya es una realidad en la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada para la Defensa (DARPA, por sus siglas en inglés), que desarrolla nuevas tecnologías y algoritmos que permiten al Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América predecir –a corto o mediano plazo– sistemas complejos, haciendo énfasis en las anomalías existentes y en el cálculo de probabilidades en múltiples escalas temporales y espaciales (DARPA, 2018).

La experiencia DARPA, junto a la vigente invitación de Bauman (1991 y 2013), para superar la persistente modernidad líquida y ambivalente que asecha a la sociedad, y la recomendación de Ciurana et al. (2006), y Morin y Delgado (2017), invitan a repensar la educación para la era planetaria, al igual que el llamado de De Sousa Santos (2010), para intensificar la voluntad de transformación social, y la exhortación de Morin (2011) para transitar una nueva vía para el desarrollo. Todo esto permite lucubrar que la mayor aplicabilidad de las ciencias de la complejidad estaría en la comprensión del génesis, emergencia, persistencia y evolución del malestar social como expresión de la crisis planetaria, del proceso de deterioro y colapso parcial de muchas ciudades y asentamientos humanos, de la crisis educativa y del aumento de la incertidumbre globalizada por la aceleración, la virtualización y pauperización de la vida, entre otros males.

No solo para advertirlos, sino para corregirlos a partir de la aplicación compleja de conceptos, ideas y modelos mentales, que se materializarán en forma de datos, cifras, constructos matemáticos, simuladores, planes de gobierno y políticas públicas, entre otros.

3. La complejidad: dicotomía en la total incertidumbre

[...] Todo nuestro conocimiento nos acerca
a nuestra ignorancia,
Toda nuestra ignorancia nos acerca a la
muerte [...],
[...] ¿Dónde está la vida que hemos perdido
en vivir?
¿Dónde está la sabiduría que hemos perdido
en conocimiento?
¿Dónde el conocimiento que hemos perdido
en información? [...]

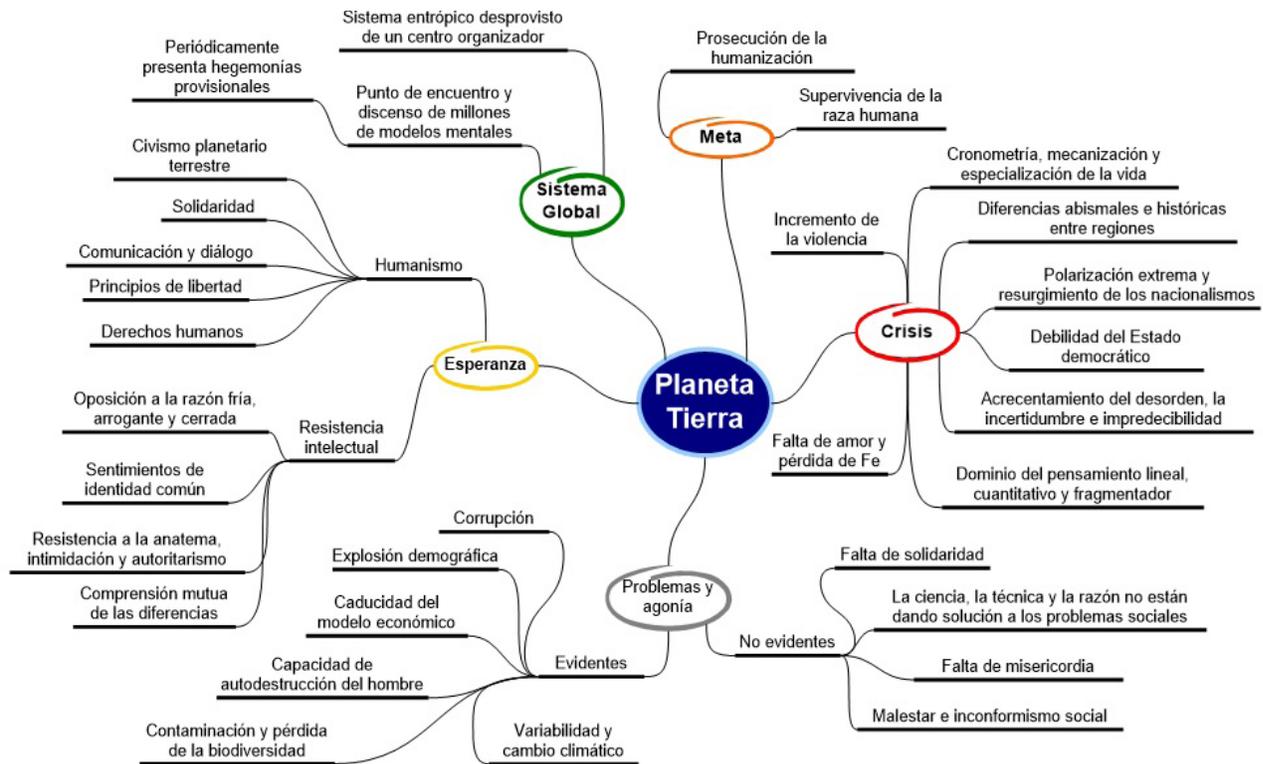
Thomas Stearns Eliot, *La Roca*

Ante la fragmentación y reducción de la realidad y el conocimiento, el autoengaño, y los problemas sociales y ambientales de colosal magnitud, que se generan e intensifican en el tiempo y el espacio (ver Figura 3), la complejidad se consolida como una corriente epistemológica que permite contextualizar, comprender históricamente, globalizar y dimensionar en múltiples escalas –bajo la incertidumbre y el caos–, el devenir del mundo y sus anomalías; de tal forma, se promueven la cognición y las acciones necesarias para generar –de manera colaborativa con otras corrientes de pensamiento y teorías–, conocimiento útil para alcanzar la metamorfosis social, individual y antropológica propuesta por Edgar Morin (2011).

Al existir anomalías para las cuales no hay respuesta desde la ortodoxia científica, el pensamiento complejo brinda una aptitud distinta para intervenir sistemas alejados del equilibrio con una actitud crítica ante la realidad; asimismo, aumenta la probabilidad para comprender las bifurcaciones que se presenten por la acumulación de entropía. Esta capacidad de cognición se alcanza gracias al trabajo por macro conceptos y sus asociaciones en redes imbricadas multitemporales a distintos niveles de agregación; así como por la estimulación del diálogo entre la lógica, el análisis, la estrategia, la práctica, la decisión y la racionalidad (hemisferio izquierdo del cerebro), con la creatividad, la intuición, la imaginación, las artes y la lúdica (hemisferio derecho del cerebro).

Esta convergencia cognitiva brindará al individuo modelos mentales singulares, hologramáticos y robustos, para interpretar e intervenir en una realidad que muta continuamente, de tal forma que su interacción con pares y no pares en Sistemas Colaborativos Cognitivo (JCS) alcanzará mayores réditos de productividad social (Chomsky, 2010; Hollnagel y Woods, 2005). Logro que inicia con la consolidación de conceptos estructurados que evolucionan y se expresan en formas gráficas de representación del conocimiento,

Figura 3. Condición de estado del sistema planetario actual sobre el cual la complejidad debe y tiene algo que decir



Fuente: elaboración propia con información de Bauman (2013), Bunge (2007), Ciurana y Motta (2006), Diamond (2006), Lyotard (1884) y Morin (2011).

para luego convertirse en tautologías y constructos algebraicos que, posteriormente, conformarán lógicas, métodos y modelos matemáticos desde las ciencias de la complejidad.

Sin embargo, la explicación de algunos comportamientos anómalos y la prospectiva de nuevos estadios de desarrollo social y calidad de vida, pueden quedarse cortos ante el enorme abanico de mundos posibles que parten del instante inmediato de la singularidad que vivimos y a la imprevisión inducida por la herencia personal, familiar y social (Jacob, 1999); más aún cuando la turbulencia política, las crisis económicas y las convulsiones sociales se siguen a tal escala y velocidad que no da

tiempo a pensar con calma y calibrar bien lo que está sucediendo en el mundo (Naim, 2014).

Por lo tanto, la complejidad general solo puede asegurar con certeza que el mundo actual difícilmente es estable, fijo o reversible en cuanto al comportamiento de muchas de sus estructuras; mientras que la complejidad restringida parcialmente provee herramientas matemáticas para comprender y prever condiciones de no equilibrio. Aun así, ambas coexisten, se sustentan, realimentan y se traslapan en la investigación transdisciplinaria. Su diferencia está, entre otras razones, porque el primer concepto está relacionado con la actividad y creación de la mente que construye modelos

hologramáticos desde una lógica dialéctica, multideductiva y paraconsistente. Esta última es la expresión del modelo mental del investigador y/o escuela de pensamiento, que se materializa en habilidades, desarrollos lógicos y constructos matemáticos necesarios para modelar, simular y develar la “situación” llena de incertidumbre que anida en un sistema ricamente organizado.

En este orden de ideas, podría decirse que el pensamiento complejo demanda de las ciencias de la complejidad para obrar en un mundo tejido de eventos, interacciones, determinaciones y azares, que no son comprensibles desde el positivismo y las disciplinas. Al igual que la fe, que requiere obras, el pensamiento complejo exige ciencia, métodos y herramientas para obrar en un mundo necesitado; al cual habrá que advertirle que deberá conformarse con la incertidumbre de los resultados. Esa es la paradoja de la complejidad.

Desde esta paradoja, la corriente epistemológica de la complejidad y su instrumentalización articulada con las corrientes clásicas del pensamiento, las ciencias, las profesiones y los saberes, coadyuvarán en los necesarios procesos de reforma social y educativa para el bien común y la vida; de salvaguarda de la riqueza y biodiversidad natural y cultural; de participación, democracia y empoderamiento de las comunidades; de aplicación ética de la ciencia y, en la consolidación de ciudades y asentamientos humanos de baja entropía.

Conclusiones

Los sistemas complejos pueden ser definidos como conjuntos difusos de alta entropía, cuyos elementos presentan relaciones imbricadas tanto en su interior como en sus alrededores, en virtud de su permeabilidad; condición que define probabilidades de existencia, incertidumbres de estado y aleatoriedad de ocurrencia que no pueden ser resueltos a partir de la lógica binaria.

Ante la realidad que ha sido, es y será –pero que no logra ser interpretada, concebida e intervenida holísticamente por las restricciones culturales, de apreciación y cognición del observador–, la complejidad es una dimensión cognoscente mediante la cual el hombre mortal busca comprender –parcial y provisionalmente– la fenomenología de la creación de Dios, reconociendo que nunca la entenderá. Dimensión que además permite reconocer la artificialidad de los constructos antrópicos –aceptando su herrumbre–; así como alcanzar estadios de crecimiento individual y social –sabiendo de antemano que cada generación deberá empezar de nuevo–; de igual manera, permite discernir adecuadamente desde la ética entre la incertidumbre; y asegurar el buen vivir desde el bien común.

Se podría decir que el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad coexisten, se sustentan, realimentan y se traslapan en la investigación interdisciplinaria. Su diferencia está, entre otras razones, porque el primer concepto está relacionado con la actividad y creación de la mente que construye modelos hologramáticos desde una lógica dialéctica, multideductiva y paraconsistente. Por su parte, las segundas serían la expresión del modelo mental del investigador y/o escuela de pensamiento, que se materializa en constructos matemáticos.

El pensamiento complejo se consolida como una estrategia de conocimiento del sujeto y colectivo, que construyen y redefinen su habilidad, para adquirir conocimiento y sabiduría conforme se desarrolla la cognición, buscando la concreción de sistemas colaborativos que procuren una civilización planetaria asentada sobre un desarrollo ético para la vida. Por su parte, las ciencias de la complejidad estarían representadas por las distintas habilidades, y desarrollos lógicos y matemáticos necesarios para modelar, simular y develar la situación llena de incertidumbre que anida en los sistemas ricamente organizados.

El pensamiento complejo demanda de las ciencias de la complejidad para obrar en un mundo tejido de eventos, interacciones, determinaciones y azares, que no son comprensibles desde el positivismo y las disciplinas. Al igual que la fe requiere obras, el pensamiento complejo exige ciencia, métodos y herramientas para obrar en un mundo necesitado, al cual habrá que advertirle que deberá conformarse con la incertidumbre de los resultados. Esa es la paradoja de la complejidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, M. (2006). *Redes complejas*. Página oficial de Maximiliano Aldana. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <https://www.fis.unam.mx/~max/English/notasredes.pdf> [Consultado 06 de abril 2018]
- Alhadeff Jones, M. (2009). Revisiting educational research through Morin's paradigm of complexity; a response to Ton Jörg's programmatic view. *Complexity*, 6 (1), 61-70.
- Álvarez, V. (2017). *Space, 4 años en ruinas*. Medellín: El Colombiano.
- Anderson, P. (1999). The eightfold way to the theory of complexity: a prologue. En Cowan et al. *Complexity: metaphors, models and reality*. New York, EUA: Perseus Books.
- Aranda, G. (2013). La tragedia que llegó cuando España quería conquistar el mundo. En *Diario El Mundo*, 27 de julio de 2013. Madrid: Unidad Editorial Información General SLU.
- Arocena, R. (2014). La investigación universitaria en la democratización del conocimiento. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 9 (27).
- Arnold, V. (1981). *Singularity Theory. Selected Papers*. Reino Unido: Cambridge University Press.
- Axelrod, R. (2004). *La complejidad de la cooperación, modelos de cooperación y la colaboración basada en agentes*. Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica.
- Axelrod, R. y Cohen, M. (1999). *Harnessing complexity: organizational implications of a scientific frontier*. New York, EUA: The Free press.
- Barabási, A. L. (2008). *Linked. How everything is connected to everything else, and what it means for business, science and everyday life*. New York, EUA: A Plume Book.
- Bauman, Z. (1991). *Modernity and Ambivalence*. EUA: Polity Press.
- Bauman, Z. (2013). *Liquid Modernity*. EUA: Polity Press.
- British Broadcasting Corporation (BBC) (2015). *Piloto suicida de Germanwings ensayó el descenso para estrellar el avión*. Disponible en: www.bbc/mundo [Consultado 20 de agosto 2018]
- Bertalanffy, L. V. (2006). *Teoría general de los sistemas, fundamentos, desarrollo y aplicaciones*. Traducción de Juan Almela. México: Fondo de Cultura Económica.
- Boff, L. (1996). *Ecología, grito de la tierra, grito de los pobres*. Madrid, España: Editorial Trotta.
- Bunge, M. (2007). *A la caza de la realidad*. Barcelona, España: Gedisa.
- Cacciari, M. (2010). *La ciudad*. Traducción de Moises Puente. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili SL.
- Carnegie, D. (1979). *Cómo hablar bien en público*. Traducción de Jorge Ciancaglini. Bogotá: Ediciones Cosmos.

- Cilliers, P. y Nicolescu, B. (2012). Complexity and transdisciplinary – discontinuity, levels of reality and the hidden third. *Futures*, 44 (8), 711-718.
- Ciurana, E. (2007). *Introducción al pensamiento complejo de Edgar Morín*. Guadalajara, México: Editorial Universitaris, Universidad de Guadalajara.
- Chomsky, N. (2010). *The radical intellectual. Text of lecture delivered at the Haven Center*. Madison, Wisconsin. Disponible en: <http://chomsky.info/20100408> [Consultado el 10 de octubre 2018]
- Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) (2018). *Darpa Open Catalog, Anomaly Detection at Multiple Scales – ADAMS*. Disponible en: <http://www.darpa.mil/work-with-us/darpa-open-catalog> [Consultado el 10 de mayo de 2017]
- De Sousa Santos, B. (2010). *Decolonizar el saber, reinventar el poder*. Traducción al español de José Luis Exeni. Montevideo, Uruguay: Ediciones Triciclo.
- Diamond, J. (2006). *Colapso. Por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen*. Traducción de Ricardo García Pérez. Barcelona, España: Debate.
- Díaz, C. (2012). *Bogotá, entre el espejismo del crecimiento y la utopía del metabolismo sostenible*. Bogotá: Universidad Central.
- Díaz, C. (2013). Mapas mentales y estilos de aprendizaje; aportes a la enseñanza – aprendizaje en un espacio formativo en Ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 8 (16).
- Díaz, C. (2014). Metabolismo urbano, herramienta para la sustentabilidad de las ciudades. En *Interdisciplina*. México: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Díaz, C. y Bustos, M. (2017). *Contaminación por mercurio en Bogotá y su Conurbano*. Bogotá, Colombia: Universidad Central.
- Díaz, C. y Pulecio, C. (2016). Modelos, mapas mentales y estilos de aprendizaje: aproximación desde la neurociencia cognitiva. Ponencia presentada en el marco del *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2016*. Cartagena de Indias, Colombia: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería – ACOFI.
- Draper, R. (2018). Te vigilan. *Revista Oficial de National Geographic Society* (en español), 42 (2), 24-80.
- Drake, N. (2018). La canica azul. *Revista Oficial de National Geographic Society* (en español), 42 (3).
- Engel, W. (1997). *Richter*. Bogotá, Colombia: Villegas Editores.
- Foer, J. (2011). *Moonwalking with Einstein: The art and science of remembering everything*. New York, EUA: The Penguin Press – Penguin Group.
- Foer, J. y Steber, M. (2007). No lo olvide. *Revista Oficial de National Geographic Society* (en español), 21 (5).
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. (2003). *Post normal science*. Ispra, Italia: International Society for Ecological Economics.
- Friedman, T. (2005). *The world is flat: a brief history of the twenty first century*. New York, EUA: Farrar, Straus and Giroux.
- García, H. (2009). Restricciones ontológicas en la Política de Calidad el Aire en Bogotá *Revista de Ingeniería*, (30).
- Gotzsche, P. (2016). *Psicofármacos que matan y denegación organizada*. Madrid, España: Los Libros del Lince.
- Gurdian Fernández, A. (2007). *El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa*. San José, Costa Rica: Coordinación Educativa y Cultural Centro Americana y Agencia Española de Cooperación Internacional.

- García, R. (2006). *Sistemas complejos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona, España: Editorial Gedisa.
- Gilbert, N. y Troitzsch, K. (1999). *Simulation for the social scientist*. New York, EUA: Open University Press.
- Harris, P. (2005). *El funcionamiento de la imaginación*. Traducido por Mirta Rosenberg y Miguel Balaguer. Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica.
- Hollnagel, E. y Woods, D. (2005). *Joint Cognitive Systems: Foundations of Cognitive Systems Engineering*. Boca Raton, EUA: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Jacob, F. (1999). La lógica de lo viviente, una historia de la herencia. *Metatemas*, (59).
- Juárez, J. y Comboni, S. (2012). Epistemología del pensamiento complejo. *Revista Reencuentro*, (65), 38-51.
- Kuhn, T. (2013). *Teoría de las revoluciones científicas*. Traducción de Carlos Solís Santos. México: Fondo de Cultura Económica.
- Laqueur, W. (2003). *La guerra sin fin: el terrorismo en el siglo XXI*. Traducción de Ferrán Esteve. Barcelona, España: Editorial Destino.
- Leff, E. (1998). *Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. México: PNUMA y Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades y Ciencias.
- Lorenz, E. (2000). *La esencia del caos, un campo de conocimiento que se ha convertido en parte importante del mundo que nos rodea*. Madrid, España: Debate.
- Lytard, J. F. (1984). *The postmodern condition: a report on knowledge*. Traducido del francés por Geoff Bennington y Bryan Massumi. Minnesota, EUA: University of Minnesota.
- Llinás, R. (2013). The olivo-cerebellar system: a key to understanding the functional significance of intrinsic oscillatory brain properties. *Front Neural Circuits*. EUA: Harvard University.
- Maani, K. (2017). *Multi-Stakeholder Decision Making for Complex Problems. A Systems Thinking Approach with Cases*. Singapore, EUA: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.
- Mandelbrot, B. (1997). *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona, España: Editorial Tusquets.
- Maldonado, C. (2005). Ciencias de la complejidad, ciencias de los cambios súbitos. *Odeom, Observatorio de Economía y Operaciones Numéricas, 2005*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Maldonado, C. (2007). *Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicaciones*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- Maldonado, C. (2009). La complejidad es un problema, no una cosmovisión. *UCM Revista de Investigación*, (13), 42-54.
- Margalef, R. (1986). Variaciones sobre el tema de la selección natural. Exploración, selección y decisión en sistemas complejos de baja entropía. En Jorge Wagensberg (ed.). *Procesos al azar*. Traducido por Joaquín Boya. Barcelona, España: Tusquets Editores.
- Morin, E. (1977/2009). *El método 1. La naturaleza de la naturaleza*. Traducción de Ana Sánchez en colaboración con Dora Sánchez. Madrid, España: Editions Du Seuil y Ediciones Cátedra.
- Morín, E. (1980/2009). *El método 2. La vida de la vida*. Traducción de Ana Sánchez. España: Editions Du Seuil y Ediciones Cátedra.
- Morín, E. (1986/2009). *El método 3. El conocimiento del conocimiento*. Traducción de Ana Sánchez. Madrid, España: Editions Du Seuil y Ediciones Cátedra.

- Morín, E. (1986/2009). *El método 3. El conocimiento del conocimiento*. Traducción de Ana Sánchez. Madrid, España: Editions Du Seuil y Ediciones Cátedra.
- Morín, E. (1991/2009). *El método 4. Las ideas*. Traducción de Ana Sánchez. Madrid, España: Editions Du Seuil y Ediciones Cátedra.
- Morin, E. (1992). From the concept of system to the paradigm of complexity. *Journal of Social and Evolutionary Systems*, 15 (4), 371-385.
- Morin, E. y Kern, A. (1993). *Tierra - patria*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Nueva Visión.
- Morin, E. (1999). *Introducción al pensamiento complejo*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Gedisa.
- Morin, E. (2006). *Restricted complexity, general complexity*. EUA: Proceeding.
- Morin, E., Ciurana, E. y Motta, R. (2006). *Educación en la era planetaria*. Barcelona, España: Editorial Gedisa.
- Morin, E. (2010). Complejidad restringida, complejidad general. *Revista Estudios*, VIII (93).
- Morin, E. (2011). *La vía para el futuro de la humanidad*. Traducción de Nuria Petit Fontseré. Barcelona, España: Editorial Paidós.
- Naim, M. (2014). Fácil equivocarse. *Diario El País*, 20 de septiembre de 2014. Madrid, España: Grupo Prisa.
- Núñez, J. (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*. La Habana: Editorial Félix Varela.
- Palau, G. (2002). *Introducción filosófica a las lógicas no clásicas*. Barcelona, España: Universidad de Buenos Aires y Gedisa.
- Piketty, T. (2014). *El capital en el siglo XXI*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Predborska, I. (2013a). E Morin anthropo-ethics and its methodological potential for education. *Dragomanov U*, 21 (1).
- Predborska, I. (2013b). E Morin's complexity paradigm in the context of international challenge of education. *Systems*, 1 (3), 68-82.
- Prigogine, I. (1962). *Introduction to nonequilibrium thermodynamics*. New York, EUA: Willey Interscience.
- Prigogine, I. (1986). Enfrentándose con lo irracional. En Jorge Wagensberg (ed.). *Procesos al azar*. Traducido por Joaquín Boya. Barcelona, España: Tusquets Editores.
- Prigogine, I. (1997). *El fin de las certidumbres*. Traducido por Pierre Jacomet. Madrid, España: Grupo Santillana de Ediciones S.A.
- Ravetz J. (2006). Post normal science and the complexity of transitions toward sustainability. *Ecological Economics*, 3 (4), 275-284.
- Real Academia Española (RAE) (2016). *Diccionario de la Lengua Española. Edición del Tricentenario*. Madrid, España: Real Academia Española y Asociación de Academias de la Lengua Española.
- Reynoso, C. (2006). *Complejidad y caos: una exploración antropológica*. Buenos Aires, Argentina: SB.
- Reynoso, C. (2009). *Modelos o metáforas. Crítica del paradigma de la complejidad de Edgar Morin*. Buenos Aires, Argentina: SB.
- Restak, R. (1994). *Receptores*. New York, EUA: Bantam Books.
- Ricardo, D. (1852). *The works*. Reino Unido: Murry y Street.
- Rodríguez, L. y Aguirre, J. (2011). Teorías de la complejidad y ciencias sociales: nuevas estrategias epistemológicas y metodológicas. *Nómadas, Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, (30).
- Ruelle, D. (1995). *Azar y Caos*. Madrid, España: Editorial Alianza.

- Sen, A. (1987). *On ethics and economics*. Reino Unido: Basil Blackwell.
- Sen, A. (2000). *Freedom, rationality and social choice, the arrow lectures and others essays*. Reino Unido: Oxford University Press.
- Shiva, V. (2005). *Earth democracy: justice, sustainability and peace*. Massachusetts, EUA: Cambridge Press.
- Smith, A. (1776). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Reino Unido: Straham y Cadell.
- Smith, C. y Corripio, A. (1997). *Control automático de procesos, teoría y práctica*. México: Editorial Limusa.
- Solana, J. (2011). El pensamiento complejo de Edgar Morin. Críticas, incomprensiones y revisiones necesarias. *Gazeta de Antropología*, 27 (1). Granada, España: Universidad de Granada.
- Sokal, A. y Bricmont, J. (1997). *Imposturas intelectuales*. Madrid, España: Paidós Iberica.
- Strogatz, S. (2003). *Sync: How order emerges from chaos in the universe, nature and daily life*. New York, EUA: Hyperion.
- Thom, R. (1990). *Esbozo de una semiología: física aristotélica y teoría de las catástrofes*. Barcelona, España: Editorial Gedisa.
- Tutfe, T. (2015). *Democracia en la tierra: justicia, sostenibilidad y paz*. Icaria: Antrazyt.
- United Nations (UN) (2016). *Sustainable Development Goals, 17 goals to transform our world*. Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment> [Consultado el 01 de octubre de 2016]
- Wesselink, A. y Hoppe, R. (2011). If post normal science in the solution. What is the problem? The politics of activist. *Environmental Science: Science, Technology and Human Activities*, 36 (3), 389-412.
- Zimmer, C. (2014). Secretos del Cerebro. *Revista National Geographic* (en español), 34 (2).

UNIVERSCIENCIA
Revista de divulgación científica