



Simbiótica. Revista Eletrônica
ISSN: 2316-1620
revistasimbiotica@gmail.com
Universidade Federal do Espírito Santo
Brasil

Relaciones entre el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos

Severo Arce Rojas, Rodrigo

Relaciones entre el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos

Simbiótica. Revista Eletrônica, vol. 8, núm. 1, 2021

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=575967011001>

Relaciones entre el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos

Relationships between complex thinking and complex adaptive systems

Relações entre pensamento complexo e sistemas adaptativos complexos

Rodrigo Severo Arce Rojas

Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), México

rarce@uni.edu.pe

Redalyc: [https://www.redalyc.org/articulo.oa?](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=575967011001)

id=575967011001

RESUMEN:

El artículo tiene como objetivo contribuir al establecimiento de puentes entre el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos con la finalidad de enriquecer los marcos teóricos y abordajes de los trabajos vinculados a la complejidad. De la revisión se concluye que, aunque el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos mantienen diferencias y especificidades, en gran medida se observa una alta compatibilidad por nutrirse de fuentes comunes. Las tensiones, aún vigentes, que los sistemas complejos son más científicos por emplear métodos científicos y que el pensamiento complejo es más filosófico con su método para pensar gradualmente, se vienen diluyendo y, por el contrario, las voces que demandan su integración son cada vez más necesarias y urgentes.

PALABRAS CLAVE: Caos, Conocimiento, Epistemología, Filosofía.

ABSTRACT:

The aim of the article is to contribute to the establishment of bridges between Complex Thinking and Complex Adaptive Systems with the aim of enriching the theoretical frameworks and approaches to work related to complexity. From the review we conclude that, although complex thinking and complex adaptive systems maintain differences and specificities, to a great extent a high compatibility is observed because they are nourished by common sources. The tensions, which are still present, that complex systems are more scientific because they use scientific methods and that complex thinking is more philosophical with its method of thinking are gradually being diluted and, on the contrary, the voices that demand their integration are increasingly necessary and urgent.

KEYWORDS: Chaos, knowledge, epistemology, philosophy, , filosofia.

PALAVRAS CHAVE: caos, conhecimento, epistemologia, filosofia

INTRODUCCIÓN

El presente artículo está orientado a establecer las relaciones existentes entre el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos con el propósito de identificar convergencias y diferencias. Parte del reconocimiento que existen tensiones entre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad, a las cuales están inscritos los sistemas complejos adaptativos (SCA), aunque ya existen iniciativas para el establecimiento de puentes.

Tanto el pensamiento complejo como los sistemas complejos adaptativos, como herederos de la familia de la complejidad, se resisten a las definiciones y a lo máximo que se puede aspirar es a tener núcleos conceptuales a partir de sus principales atributos. Como antecedentes se presenta concisamente la caracterización de ambos conceptos.

Previo a la caracterización de los sistemas complejos adaptativos es necesario aclarar el concepto de sistema y de sistema complejo. Así, de manera general se puede afirmar que un sistema es un conjunto de elementos heterogéneos que están interrelacionados y son interdependientes. García (2009) menciona que en el caso de sistemas no descomponibles los elementos son interdefinibles. Como señala Rodríguez Zoya (2017:224), “un sistema presenta un comportamiento global y características de conjunto que no pueden reducirse al comportamiento y propiedades de sus componentes considerados aisladamente”. Con esta forma

de caracterizar un sistema está dando cuenta de la autoorganización y de las emergencias. Los principales atributos de los sistemas son: totalidad, sinergias, organicismo, recursividad, isomorfismo, complejidad, equifinalidad, multifinalidad, equilibrio, identidad y diferenciación (Johansen, 1993; Thomas, 1993).

Por su parte, un sistema complejo es una representación de un recorte de la realidad compleja, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema) en la que los componentes se determinan mutuamente y, por lo tanto, no son aislables ni pueden estudiarse por separado (García, 2006; Rodríguez Zoya y Rodríguez Zoya, 2014). Según Maldonado y Gómez (2011) y Maldonado (2011), en los sistemas complejos aparecen imprecisiones, vacíos, incertidumbre, no-linealidad, emergencias, ausencia de control local, bifurcaciones, inestabilidades, fluctuaciones y cascadas de fallas, disipación, cambios súbitos irreversibles y sorpresivos, entre otros rasgos. Por su parte García (2006) señala que los componentes básicos de un sistema complejo son límites, elementos y estructuras.

De esta forma se llega al concepto de sistemas complejos adaptativo que hace referencia a las diversas interacciones de sus elementos a partir de diversos bucles de retroacción, que dan lugar a fenómenos relativamente elaborados (Monroy, 2011) y a la capacidad de cambio por aprendizaje que les permite ajustarse o adaptarse al medio (Limone et al., 2015; Patiño et al., 2020).

Sobre la base del trabajo pionero de John H. Holland, Murray Gell-Mann propone en 1998 la teoría de los sistemas complejos adaptativos, haciendo referencia a los sistemas complejos (Hernández et al., 2012, Laguna, 2016) y se reconoce que han contribuido en su desarrollo Kauffman (1993), Allen (1994, 2001), Fernández (1994), entre otros (Jardón, 2007). Los sistemas complejos adaptativos constituyen enfoques, metodologías y herramientas que han sido desarrollados por las ciencias de la complejidad gracias a los aportes de la termodinámica del equilibrio desarrollada por Prigogine, teoría del caos desarrollado inicialmente por Lorenz, geometría de fractales desarrollada por Mandelbrot, teoría de las catástrofes desarrollada por Thom, las lógicas no clásicas, ciencia de redes, teoría de sistemas de Von Bertalanfy, la cibernética de Wiener, la teoría de la información de Shanon y Weaver, el concepto de sistemas autopoieticos de Maturana y Varela, la teoría sinérgica de Haken, entre otras (Maldonado, 2005; Maldonado, 2009; Miedes, 2012).

Existen múltiples expresiones de los sistemas complejos: sistemas dinámicos complejos, sistemas alejados del equilibrio y los sistemas dinámicos no lineales, sistemas adaptativos (Maldonado, 2011; Castillo y Velásquez, 2014). Los sistemas dinámicos no lineales son aquellos sistemas definidos por una o más variables y que evolucionan con el tiempo en los cuales la respuesta no es proporcional al estímulo. La no linealidad hace referencia a un comportamiento caótico que implica la alta sensibilidad a las condiciones iniciales, la no proporcionalidad entre las causas y los efectos, la autoorganización, la aparición de emergencias y la posible generación de inestabilidades, discontinuidades e imprevisibilidad. Consecuentemente los sistemas complejos se caracterizan por su flexibilidad, capacidad de respuesta, innovación y adaptabilidad (Fernández, 2016:108). El abordaje del análisis de los sistemas complejos se puede hacer de dos maneras: a partir de sistemas ordenados que evolucionan al caos o a partir de sistemas en los que el caos da lugar al orden (Chaparro, 2008).

El pensamiento complejo surge como respuesta a un pensamiento simplificante y epistemológicamente se nutre de la diversidad de fuentes del conocimiento, incluyendo aquellos aspectos que convencionalmente no son vistos o no se quieren ver; también, este tipo de pensamiento mantiene una actitud religiosa. Así, pretende entender, comprender y explicar la realidad de manera integradora, estratégica y transformadora por lo que incluye las diferentes formas de pensamiento (filosófico, sistémico o relacional, crítico, entre otros). El pensamiento complejo tiene una mirada sistémica en la que reconoce que gracias a la flecha del tiempo se produce una dinámica no lineal entre el cambio y la resistencia al cambio (rigidez y adaptabilidad). En su afán integrativo, el pensamiento complejo debe ser capaz de reconocer lo anormal, lo singular, lo concreto (Centeno, 2017:47). Nace de la capacidad de asombro y la permanente insatisfacción del conocimiento de la realidad (Laguna et al., 2016).

Ha sido Edgar Morin (2004) quien ha sentado las bases fundamentales del pensamiento complejo, con la contribución de varios autores Latinoamericanos. Para Barberousse (2008) y Platas (2020:49) las fuentes principales del pensamiento complejo son: teoría de sistemas, los sistemas complejos adaptativos, dinámica no lineal, teoría cibernética, teorías de la información y comunicación, el legado piagetiano, la teoría del no-equilibrio y la teoría del caos, entre otras.

El presente artículo obedece a una metodología cualitativa descriptiva e interpretativa. Para el efecto se realizó una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos: ProQuest, Redalyc y Google Académico.

El artículo tiene como objetivo contribuir al establecimiento de puentes entre el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos con la finalidad de enriquecer los marcos teóricos y abordajes de los trabajos vinculados a la complejidad.

MÉTODO

Las preguntas que guiaron la investigación fueron: ¿son compatibles las corrientes de pensamiento complejo y la teoría de los sistemas complejos adaptativos? ¿Pueden ambas perspectivas entrar en diálogo sinérgico? Para el efecto se desarrolló la siguiente línea argumentativa: primero se revisaron las propiedades de los sistemas complejos adaptativos, luego se revisaron los principios de pensamiento complejo y, finalmente, se hizo un comparativo entre ambas corrientes. En tanto los sistemas complejos adaptativos forman parte de las ciencias de la complejidad también se hace una discusión entre pensamiento complejo y ciencias de la complejidad. Se realizan discusiones y se extraen conclusiones.

RESULTADOS

Propiedades de los sistemas complejos adaptativos (SCA)

Los sistemas adaptativos complejos son sistemas abiertos con capacidad para adquirir y procesar información del medio, lo que les permite adaptarse y evolucionar hacia sistemas más complejos (Solana, 2011; Sosa, 2017). El sistema y el medio intercambian materiales y energía y forman un todo integrado en el que se presentan relaciones no lineales de retroalimentación (Martínez, 2012). Es precisamente la capacidad de retroalimentación la que genera capacidad de respuesta y adaptación.

Según Luengo (2016:5), la noción de sistemas complejos, en una primera aproximación, remite a un conjunto (totalidad, sistema, organización o unidad) integrado por un gran número de diversos y heterogéneos factores, hechos, agentes, componentes (sistemas) o variables (en conjunto “agentes adaptativos”), en interacción (interconexión, interretroacción) activa que dan cuenta de la materia/masa, energía, información y sentido de la realidad de manera no algorítmica y que presentan comportamientos colectivos (Limone et al., 2015; Castillo y Velásquez, 2015; Centeno, 2017; Luengo, 2016; Patiño et al., 2020). Estos elementos son interdependientes e interdefinibles (ensamblados, acoplados) e interactúan entre sí siguiendo un conjunto de reglas y normas (Solana, 2011). Sus elementos constituyentes pueden ser tangibles o intangibles.

Estos elementos están dispersos y pueden interactuar localmente con libertad dentro de una estructura jerárquica (Battram, citado por Limone et al., 2015). Cada parte tiene su propia estructura interna y está encargada de llevar a cabo una o varias funciones específicas. Lo que le ocurre a una parte del sistema puede afectar o no a todo el sistema (Limone et al., 2015; Becerra, 2016) lo que quiere decir que presentan una sensibilidad extrema a las condiciones iniciales, en las que diferencias mínimas en alguna condición inicial se amplifican exponencialmente generando el caos (Laguna et al., 2016). Además, presentan bucles de causalidad y retroalimentación no lineales (Izquierdo et al., 2008; Castillo y Velásquez, 2015). Asimismo,

presentan diferentes posibilidades de causa-efecto presentes en lo complejo (causalidad lineal, retroactiva o recursiva) (Morin, citado por Laguna, 2016:14). Las retroalimentaciones pueden ser negativas o positivas (Holling, citado por Ungar y Strand, 2005). Son generadores de órdenes como de conflictos, y es en la tensión entre estos dos tipos de procesos que se juega la evolución del sistema (Becerra, 2016:84). Estos cambios pueden ser progresivos o súbitos. Por su dinámica alejada del equilibrio presentan gran número de estados posibles (Battram, citado por Limone et al., 2015; Laguna et al., 2016) y múltiples dominios de estabilidad (orden o caos) (Limone et al., 2015; Patrick, 2016). Como sistemas no regulares, son no descomponibles, irreversibles, irreductibles, impredecibles, con dinámicas aperiódicas y son de naturaleza multidimensional, multiescalar, multitemporal (Maldonado, 2014a; Luengo, 2016).

Presentan autonomía, auto organización, autoproducción, autorregulación por aparición de atractores en sistemas disipativos abiertos (García, 2000; Izquierdo et al., 2008; Castillo y Velásquez, 2015; Limone et al., 2015; Luengo, 2016; Andrade, 2017) y simultáneamente dependencia en relación a su contexto (Luengo, 2016). En tanto los sistemas son normalmente termodinámicamente abiertos interactúan con el entorno en todos sus niveles (jerarquías y redes) y varían en el tiempo (García, 2007; Castillo y Velásquez, 2015; Limone et al., 2015; Laguna et al., 2016). Los componentes de niveles jerárquicos inferiores suelen mostrar un grado de autonomía significativo (Izquierdo et al., 2008). En el sistema se verifica un control difuso (distribuido) y no centralizado (acéntricos o policéntricos) (Izquierdo et al., 2008). Estos sistemas tienen un propósito, aunque con múltiples soluciones o posibilidades. Además, consideran la flecha del tiempo por lo que importan los procesos, el contexto y el tiempo.

Presentan comportamientos (o estructuras) emergentes e impredecibles que surgen de puntos críticos o estados de fase (criticalidad) que implica el cambio de un comportamiento, estado o estructura a otro (Izquierdo et al., 2008; Castillo y Velásquez, 2015). Además, presentan puntos de bifurcación (Limone et al., 2015). El nuevo comportamiento resultante puede ser mayor o menor que la suma de las partes (Battram, citado por Limone et al., 2015; Laguna et al., 2016). En tanto procesadores de información, capacidad de aprendizaje y acumulación de experiencia, son adaptativos con capacidad de adecuación o ajuste a su entorno (Izquierdo et al., 2008; Solana, 2011; Castillo y Velásquez, 2015; Centeno, 2017). Asimismo, evolucionan y se vuelven más complejos (complejidad creciente) y en la interacción pueden coevolucionar (Sánchez y Oscar, 2010). Por ello se puede afirmar que son sistemas inacabados; (Limone et al., 2015; Luengo, 2016; Andrade, 2017). Estos procesos adaptativos y evolutivos se verifican sin conducción.

Adicionalmente, se menciona que el abordaje de los SCA incluye al sujeto que conoce en el objeto de conocimiento (Luengo, 2016). Asimismo, aparecen entre las fronteras de las disciplinas.

La tabla 1 muestra una síntesis de los principales componentes conceptuales de los sistemas complejos adaptativos (SCA).

TABLA 1
Componentes conceptuales de los sistemas complejos adaptativos (SCA)

| | |
|----------------------------------|---|
| Categoría | Componentes conceptuales de los sistemas complejos adaptativos (SCA) |
| Composición Múltiple | Elementos Múltiples Diferentes |
| Características de los elementos | Heterogéneos Tangibles e Intangibles |
| Cualidades | No descomponibles Irreversibles Irreductibles Impredecibles |
| Atributos de abstracción | Multidimensional Múltiple Multiescalar Multitemporal |
| Atributos de interacción | Conexiones Interrelacionadas Interdependientes Interrelativas |
| Características de los SCA | No algorítmico Abiertos o polidireccionales Termodinámicamente abiertos |
| Atributos de comportamiento | Presentan autoorganización Presentan emergencia Presentan estabilidad a las condiciones locales Complicadas pero con control difuso distribuido Están no lineales Centrales con capacidad de aprendizaje Adaptativos Evolutivos |
| Implicaciones | Implica múltiples soluciones Implica un juicio e interpretación sobre Implica incertidumbre Implica autorregulación Implica dar significado y traer orden al caos |

elaboración propia a partir de García (2006); Maldonado (2007); Heylighen (2008); Serna (2015); Rodríguez Zoya (2015b); Limone et al. (2015); Castillo y Velásquez, (2015); Centeno (2017); Luengo (2016); Arce (2018a); Patiño et al., (2020); Guzmán et al., 2020.

Principios del pensamiento complejo

Con base en los planteamientos inicialmente desarrollados por Morin se presentan los siguientes principios del pensamiento complejo, llamados también operadores por Giraldo (2005):

1. Principio de la organización sistémica (principio sistémico u organizativo). La organización permite epistemológicamente relacionar el todo con las partes y éstas con el todo (Juárez y Comboni, 2012; Chacón, 2015).

2. Principio dialógico (o de dialogización). Puede ser definido como asociación compleja (complementaria/concurrente/antagonista) de instancias, conjuntamente necesarias para la existencia, el funcionamiento y el desarrollo de un fenómeno organizado (Morin, citado por Díaz, 2011; Laguna, 2016). La dialógica no implica necesariamente encuentro en tanto también alberga contradicciones, incertidumbres, ambigüedades (Juárez y Comboni, 2012), oposición y combate (Platas, 2020).

3. Principio de recursividad organizacional (recursión, causalidad en bucle, retroalimentación). Implica que los productos y efectos son, al mismo tiempo, causa de lo que los produce (Osorio, 2012; Chacón, 2015; Laguna, 2016). Implica que muchos de los procesos dados en el universo vuelven a incidir sobre los resultados producidos (Palacio y Ochoa, 2011). Importar lista

No sólo hay interacción, sino también retroacción de los procesos en circuito solidario en los que la noción de regulación está superada por la autoproducción y autoorganización (Díaz, 2011). Esto es una forma de describir que todas las acciones del hombre, la naturaleza misma, son repetibles, vuelven con cierta frecuencia, se pueden redescubrir, refundar, renovar, reestructurar, reinventar (Juárez y Comboni, 2012).

4. Principio hologramático. Cada parte está en el todo y el todo está en cada parte (Palacio y Ochoa, 2011; Laguna, 2016). Desde esta perspectiva cada punto del holograma contiene la presencia del objeto en su totalidad (Díaz, 2011). Desde el punto de vista epistemológico, este principio permite conocer el todo a partir de las partes (Juárez y Comboni, 2012). Se debe reconocer, sin embargo, que es imposible conocer el todo (Osorio, 2012) en función al principio de la incompletud.

5. Principio de emergencia. Según este principio, en las realidades organizadas emergen cualidades y propiedades nuevas (a las que podemos llamar “emergencias”) que no son reducibles a los elementos (partes) que las componen y que retroactúan sobre esas realidades (Osorio, 2012; Centeno, 2017).

6. Principio de auto-eco-organización (principio de autonomía/dependencia, auto-eco-explicación). Indica que el pensamiento complejo debe ser un pensamiento ecologizado que, en vez de aislar el objeto estudiado, lo considere en y por su relación eco-organizadora con su entorno (Centeno, 2017:49). Ello implica capacidad para procesar información, energía y organizarse en el medio en el que se desarrolla (Osorio, 2012).

7. Principio de reintroducción del cognoscente en todo conocimiento (principio del que conoce en todo conocimiento). Para Morin es necesario re-introducir al sujeto en todos los procesos del conocimiento (Osorio, 2012).

8. Principio de borrosidad. Que da pie a los conceptos ambiguos en tanto no todo puede expresarse en términos binarios o dicotómicos (Centeno, 2017). Osorio (2006) señala que, aunque Morin no es explícito en un principio de borrosidad lo deja entrever. El principio de borrosidad le permite al pensamiento razonar con enunciados y conceptos inciertos o indecibles (Morin, citado por Osorio, 2012). Importar lista

En la tabla 2 se muestran los rasgos esenciales de los principios del pensamiento complejo.

TABLA 2
Rasgos esenciales de los principios del pensamiento complejo

| Principios del Pensamiento Complejo | Rasgos esenciales del principio del Pensamiento Complejo |
|---|---|
| Principio sistémico u organizacional | Liga el conocimiento de las partes al conocimiento del todo El todo es diferente a las partes |
| Principio dialógico o de dialogación | Unidad compleja Conceptos antagónicos se unen de manera complementaria |
| Principio de la recursividad organizacional | Los productos y los efectos son, al mismo tiempo, causas y productores de aquello que les produce Los productos y efectos son intercambiables |
| Principio hologramático Principio de auto-eco-organización | El todo está en las partes y las partes en el todo Se autoorganizan en un todo ordenado |
| autonomía-dependencia | Todo fenómeno autónomo debe ser considerado en relación con su entorno |
| Principio de recursión (buque retroactivo, realimentación) Principio de la reintroducción del conocimiento en todo conocimiento Principio de borrosidad | La causa actúa sobre el efecto y el efecto sobre la causa El observador forma parte de la realidad observada Reconocimiento de ambigüedades |

elaboración propia a partir de Morin (2004); Gómez y Jiménez (2002); Osorio (2006); Rodríguez Zoya (2013); Serna (2015).

Comparación entre el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos

En la tabla 3 se realiza una comparación entre el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos

TABLA 3
Comparación entre el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos

| Categoría | Componentes conceptuales de los sistemas complejos adaptativos (SCA) |
|---|--|
| Composición | Elementos |
| Número | Múltiples Diversos |
| Características de los elementos | Heterogéneos Tangibles e intangibles |
| Cualidades | No descomponibles Irreversibles Irreducibles Impredecibles |
| Atributos de abordaje | Multidimensional Multinivel Multiescalar Multitemporal |
| Atributos de interacción | Conectados Interrelacionados Interdependientes Interdefinibles |
| Características de los SCA | No algorítmico Acéntricos o policéntricos Termodinámicamente abiertos Estos sistemas consideran la flecha del tiempo por lo que importan los procesos, el contexto y el tiempo Presentan jerarquías Ausencia de jerarquía piramidal Aparecen entre las fronteras de las disciplinas /interdisciplinar Alejados del equilibrio No-regulares |
| Atributos de comportamiento | No-aleatorios Presentan autoorganización Presentan emergencias Presentan sensibilidad a las condiciones iniciales Complejidad creciente Control difuso (distribuido) Dinámica no lineal Caóticos Con capacidad de aprendizaje Adaptativos Evolutivos |
| Implicancias | Implica múltiples soluciones Implica un juicio e interpretación sutiles Implica incertidumbre Implica autorregulación Implica dar significado y traer orden al caos |

elaboración propia a partir de Rodríguez Zoya y Rodríguez Zoya (2014); Luengo (2016); Viguri (2019).

Como se aprecia en la tabla, el principal punto de tensión se refiere al tema del método. Mientras que en los sistemas adaptativos complejos se habla específicamente de un método científico, el pensamiento complejo es considerado más como un método de pensamiento. Aunque esta tensión se mantiene, ambas vertientes actualmente convergen en el hecho de reconocer que no se habla propiamente de un método tipo protocolo o receta, sino de uno capaz de dar cuenta de la complejidad y por lo tanto con apertura a cada caso específico de aplicación. Como mencionan Rodríguez y Aguirre, citados por Montealegre (2020:369), “lo que se busca es una estrategia metodológica distanciada del concepto estándar de método científico, para reclamar la necesidad y pertinencia de un método que incluya la reflexión crítica y autocrítica; es decir, que postule la inclusión del sujeto cognoscente en su conocimiento”.

Para poder favorecer un encuentro también es necesario reconocer las mutuas críticas que se han dado entre el pensamiento complejo (“complejidad generalizada”) y las ciencias de la complejidad (“complejidad restringida”), en tanto los sistemas adaptativos complejos forman parte de los enfoques, metodologías y herramientas de las ciencias de la complejidad (Rodríguez Zoya y Rodríguez Zoya, 2014). Estas críticas se muestran en la tabla 4.

TABLA 4
Mutuas críticas entre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad

| Críticas del pensamiento complejo a las ciencias de la complejidad | Crítica de las ciencias de la complejidad al pensamiento complejo |
|--|---|
| Es instrumental. Se centra en argumentos, demostraciones, lógica(s), rigor, experimentos, modelaciones y simulaciones. | No es rigurosa, es ambigua, es ambivalente Se trata de intuiciones, ideas, espíritu y propósitos Es discursiva. Usa conceptos procedentes de la complejidad tales como autoorganización, emergencia, no-linealidad, no equilibrio, entre otros, pero no se traducen en un método o una tecnología |
| No es filosófica | Excesivamente filosófico sin la necesaria base científica y tecnológica. Es una hermenéutica. No sabe nada de lógicas no clásicas |
| No necesariamente se articula a la ética | Es eminentemente antropocéntrico, antropológico y antropomórfico Se queda en el discurso ético sin que necesariamente presente alternativas para la solución de los problemas de la humanidad |

elaboración propia a partir de Reynoso (2006); Maldonado (2001); Maldonado (2007); Maldonado y Gómez (2011); Maldonado (2014a); Maldonado (2016); Rodríguez Zoya et al. (2015a); Arce (2018b); Montealegre (2020).

Del cuadro se podría decir entonces que la mayor riqueza del pensamiento complejo tiene que ver con su propuesta filosófica de religancia entre las diversas fuentes de saberes, al tiempo que la mayor riqueza de las ciencias de la complejidad es su base científica y tecnológica. Por ejemplo, el campo de modelaciones y simulaciones constituye un valioso aporte de las ciencias de la complejidad aprovechando la potencia de los sistemas computacionales, aunque no se reduce a ello. Un encuentro entre el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos pasa por aplicar los principios de la dialogicidad y la recursividad en la interacción.

DISCUSIONES

Se encuentran equivalencias entre los principios del pensamiento complejo y las propiedades de los sistemas complejos adaptativos. Así, el principio sistémico u organizacional y los principios de dialogicidad y recursividad dan cuenta del sistema con sus múltiples y heterogéneos elementos que se encuentran en interacciones que expresan la dinámica no lineal alejada del equilibrio y da origen al principio de emergencias explícitamente reconocidas en ambas vertientes. El principio de auto-eco-organización y el

principio hologramático hacen referencia a las mutuas influencias entre el sistema y el entorno. El principio de borrosidad da pie al reconocimiento de la permeabilidad de las fronteras y de las discontinuidades. El principio de reintroducción del cognoscente en todo conocimiento reconoce que el observador forma parte de la realidad observada. De manera tal que, aunque no necesariamente los términos usados en ambas perspectivas tienen los mismos significados y sentidos, se puede afirmar que guardan el aire de familia. Por ejemplo, se cita el caso de los principios de imperfección y de incertidumbre que son compartidos (Mora, 2020).

Según Maldonado (2014b) una de las diferencias entre el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad, a la cual están adscritos los sistemas complejos adaptativos, se refiere al proceso de indeterminación o complejidad creciente producto de los grados de libertad del sistema, aspecto que no es explícito en el pensamiento complejo.

En tanto el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos comparten fuentes de conocimiento (por ejemplo, teoría de sistemas, teoría cibernética, teoría del caos, entre otras), se encuentran más convergencias que divergencias, aunque se reconocen especificidades producto de su propio proceso de desarrollo (Fantoni, 2020). No obstante, Maldonado y Gómez (2011) advierten que no necesariamente el pensamiento sistémico y la cibernética (de primero y de segundo orden) encajan bien los propósitos del pensamiento complejo.

Aunque se podría afirmar que los sistemas complejos adaptativos descansan más en las ciencias y el pensamiento complejo más en la filosofía, eso no quiere decir que no puedan establecer procesos de diálogo de mutuo enriquecimiento sinérgico en tanto actualmente se reconoce la necesidad de recuperar la unidad perdida entre ciencia y filosofía. La integración se hace más necesaria frente a los grandes problemas de frontera que enfrenta la humanidad. Mientras que los sistemas complejos adaptativos permiten tener un marco para la descripción de la realidad, el pensamiento complejo permite enriquecer el abordaje a través de preguntas poderosas que tienen la virtud de favorecer aproximaciones alejadas de lo establecido e instituido dando así campo fértil para las múltiples posibilidades y la innovación. Por ejemplo, se pueden estudiar las cuencas o los ecosistemas con perspectivas integradoras con base en los sistemas socioecológicos. Para hacer posible un acercamiento se requiere una actitud proactiva y colaborativa en aplicación a sus propios enfoques y principios tanto de las ciencias de la complejidad, al cual está adscrito la teoría de los sistemas complejos adaptativos, y el pensamiento complejo. Como afirman Rodríguez Zoya y Aguirre (2011:12):

Hay una complementariedad necesaria entre pensamiento y ciencias de la complejidad. El pensamiento complejo puede brindar el campo reflexivo necesario para desarrollar un marco epistémico inclusivo de valores éticos y políticos conformes a las necesidades y desafíos de las comunidades sociales, locales, nacionales, regionales y planetaria. Las ciencias de la complejidad pueden brindar las herramientas metodológicas concretas para el estudio de fenómenos complejos.

Por ejemplo, Maldonado (2015) menciona que pensar la complejidad, en sentido amplio, es pensar como síntesis. En esa misma perspectiva De Sousa Santos (2011, 2018) plantea la ecología de saberes para superar visiones que separan abismalmente las diferentes fuentes de conocimiento. Por su parte Castillo y Velásquez (2014:13) afirman que los sistemas complejos adaptativos son fundamentales para la ciencia contemporánea y la reflexión filosófica, ética y política, superando la crítica de que esta actividad está restringida únicamente al pensamiento complejo. Para Rodríguez Zoya et al. (2015:203) “el reto de la articulación entre pensamiento complejo y sistemas complejos implica preguntarse cómo una praxis científica crítica y reflexiva puede devenir en una praxis social y políticamente transformadora”.

Los enfoques reduccionistas del paradigma científico han sido, son y seguirán siendo fundamentales, pero tienen sus límites frente a la complejidad de la realidad. De ahí que favorecer la convergencia de los aportes de los sistemas complejos adaptativos y del pensamiento complejo permite enriquecer el desarrollo de la ciencia desde múltiples perspectivas para dar cuenta del entramado de la realidad.

CONCLUSIONES

Aunque el pensamiento complejo y los sistemas complejos adaptativos mantienen diferencias y especificidades, en gran medida se observa una alta compatibilidad por nutrirse de fuentes comunes. Ello no implica desconocer que existen situaciones en la que la aplicación de una de las perspectivas es más pertinente, en función de las características propias del tema en cuestión. Las tensiones, aún vigentes, que los sistemas complejos son más científicos por emplear métodos científicos y que el pensamiento complejo es más filosófico con su método para pensar gradualmente, se vienen diluyendo y, por el contrario, las voces que demandan su integración son cada vez más necesarias y urgentes frente a los grandes problemas de frontera que enfrenta la humanidad. Además, porque cada vez se reconoce que la separación entre ciencia y filosofía es artificial en tanto una no puede existir sin la otra, ambas se retroalimentan. En esa medida distinciones entre complejidad generalizada y complejidad restringida no generan un espíritu de complementariedad. La apelación al respeto a la diversidad, la valoración de las diversas fuentes de conocimiento y la aplicación de los propios principios de dialogicidad, recursividad, retroacciones, retroalimentaciones y síntesis invita a este reto de religancia entre ciencia y filosofía, entre ciencia y ética, entre vida y política. Se requiere dejar fluir las emergencias de un pensamiento transformador a partir del cambio de estado de fase que las grandes crisis globales están provocando.

REFERENCIAS

ALLEN, Peter (1994), "Evolutionary Complex Systems: Models of Technology Change", in L. Leydesdorff, P. Besselaar (eds). *Evolutionary Economics and Chaos Theory: New Directions for Technology Studies*. London, New York, Pinter.

ANDRADE, Eugenio (2017), "La evolución de los sistemas complejos adaptativos según el "Darwinismo Cuántico" de Zurek". *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, v. 17, n. 34, pp. 41-73 [Consult. 21-08-2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=414/41452003002>

ARCE ROJAS, Rodrigo (2018a), "Respuestas del pensamiento complejo al pensamiento simplificante". *Horizontes y Raíces*, v. 6, n. 1, pp. 32-41 [Consult. 17-06-2020]. Disponible en <https://pensamientocomplejo.org/mdocs-posts/respuestas-del-pensamiento-complejo-al-pensamiento-simplificante/>

ARCE ROJAS, Rodrigo (2018b), "Consideraciones para el enriquecimiento del pensamiento complejo a partir de las críticas de Carlos Eduardo Maldonado Castañeda". *Complément 1-2 Rivista del Centro Studi Internazionale di Filosofia della Complessità "EdgarMorin"*, XIII (1-2), pp. 26-45.

BARBEROUSSE, Paulette (2008), "Fundamentos teóricos del Pensamiento Complejo de Edgar Morin". *Revista Electrónica Educare*, v. XII, n. 2, pp. 95-113. [Consult. 27-06-2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1941/194114586009>

BECERRA, Gastón (2016), "Sociocibernética: tensiones entre sistemas complejos, sistemas sociales y ciencias de la complejidad". *Athenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social*, v. 16, n. 3, pp. 81-104 [Consult. 29-07-2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=537/53748488004>

BERTALANFFY, Ludwig (1968), *General System Theory*. New York, George Braziller Publisher.

CASTILLO VILLANUEVA, Lourdes; VELÁZQUEZ-TORRES, David (2015), "Sistemas complejos adaptativos, sistemas socio- ecológicos y resiliencia". *Quivera. Revista de Estudios Territoriales*, v. 17, n. 2, pp. 11-32 [Consult. 21-08-2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=401/40143424002>

CENTENO BORDONES, Guillermo (2017), “La capacidad tecnológica como sistema complejo adaptativo en los laboratorios químicos de los Centros de Investigación Universitarios”. *Rev. Tekhné*, v. 20, n. 3, pp. 044-063 [Consult. 21-08-2020].

Disponible en <http://oaji.net/articles/2019/7118-1559744756.pdf>

CHACÓN PRADO, Mónica de Jesús (2015), “Congruencia del pensamiento complejo de Edgar Morín en la metodología de la educación a distancia.” *Revista Espiga*, n. 30, pp. 75-81 [Consult. 22-08-2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4678/467846263009>

CHAPARRO GUEVARA, Graciela (2008), “No linealidad, complejidad y sistemas sociales”. *Antropología sociológica*, n. 10, pp. 197-219.

DE SOUSA SANTOS, Boaventura (2011), “Epistemologías del Sur. Utopía y Praxis Latinoamericana”. *Revista Internacional de Filosofía Iberoamericana y Teoría*. Año 16, n. 54, pp. 17-39 [Consult. 23-08-2020]. Disponible en <https://bityli.com/11NBB>

DE SOUSA SANTOS, Boaventura (2018), “Epistemología del Sur: un pensamiento alternativo de alternativas políticas”. *Geograficando*, v. 14, n. 1 [Consult. 23-08-2020]. Disponible en <https://doi.org/10.24215/2346898Xe032>

DÍAZ BARRERA, Nicolás (2011), “Principio de Complejidad: apuntes y reflexiones para una ampliación epistemológica del concepto de paradigma en bioética”. *Revista Colombiana de Bioética*, v. 6, n. 1, pp. 165-176 [Consult. 23-08-2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1892/189219032011>

FANTONI, Josefina (2020), “Resignificación política: Diálogos entre el pensamiento complejo y la planificación situacional para el desarrollo de la Antropolítica”. *Simbiótica*, v. 7, n. 2, pp. 44-61 [Consult. 24-08-2020].

Disponible en <https://periodicos.ufes.br/simbiotica/article/view/32592/21530>

FERNÁNDEZ DÍAZ, Andrés (1994), *La Economía de la Complejidad*. Madrid, McGrawHill.

FERNÁNDEZ SAN JUAN, Miguel (2016), “Dinámica No Lineal, Teoría del Caos y Sistemas Complejos: una perspectiva histórica”. *Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fís.Nat*, v.109, n. 1-2, pp. 107-126 [Consult. 23-08-2020]. Disponible en <https://rac.es/ficheros/doc/01213.pdf>

FLOREZ, Antonio; THOMAS, Javier (1993), “Teoría general de sistemas”. *Cuadernos de Geografía*, v. iv, n. 1-2, pp. 111-137.

GARCÍA-OLIVARES, Antonio (2000), “Modelos evolutivos complejos en ciencias sociales”. *Empiria*, n.3, pp. 131-147.

GARCÍA, Rolando (2006), *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona, Editorial GEDISA.

GARCÍA, Rolando (2009), *Interdefinibilidad e interacción en la teoría de sistemas complejos*. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Sociales. [Consult. 25-08-2020]. Disponible en http://conceptos.sociales.unam.mx/conceptos_final/442trabajo.pdf

GIRALDO, Gladys (2005), “Teoría de la complejidad y premisas de legitimidad en las políticas de educación superior.” *Revista Cinta de Moebio*, n. 22, pp. 25-57.

GÓMEZ, Raúl y JIMÉNEZ, Javier (2002), “De los principios del pensamiento complejo”, in M. Velilla, *Manual de Iniciación Pedagógica al Pensamiento Complejo*. México, Instituto Colombiano de Fomento de la Educación Superior, UNESCO, Corporación para el Desarrollo Complexus.

GUZÓN, José; CAÑETE, Omar y MARINOVIC, Milan (2020), “Morfogénesis y pensamiento complejo”. *Sophia*, colección de Filosofía de la Educación, n. 29, pp. 41-68 [Consult. 26-08-2020]. Disponible en <https://doi.org/10.17163/soph.n29.2020.01>

HERNÁNDEZ GARCÍA, Iliana; HERNÁNDEZ GARCÍA, Jaime y NIÑO BERNAL, Raúl (2012), “Visiones alternas de ciudad: Complejidad, sostenibilidad y cotidianidad”. *Revista Bitácora Urbano*

Territorial, v. 20, n. 1, pp. 67-77 [Consult. 26-08-2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=748/74824041007>

HEYLIGHEN, Francis (2008). "Complexity and self-organization", in M. Bates y M. Maack. Encyclopedia of Library and Information Sciences, New York, Taylor Francis.

IZQUIERDO, Luis R.; GALÁN, José M.; SANTOS, José I. y DEL OLMO, Ricardo (2008), "Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas". EMPIRIA. Revista de Metodología de las Ciencias Sociales, n. 16, pp. 85-112 [Consult. 26-08-2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2971/297124024004>

JARDÓN URRITA, Juan José (2007), "Rutinas y complejidad de las organizaciones públicas clásicas". Economía y Sociedad. v. XII, n. 20, pp. 159-177.

JOHANSEN BERTOGLIO, Osear (1993), Introducción a la teoría general de sistemas. México, Editorial Limusa. [Consult. 26-11-2020]. Disponible en <https://bityli.com/o7pHu>

JUÁREZ, José Manuel; COMBONI SALINAS, Sonia (2012), "Epistemología del pensamiento complejo". Reencuentro. Análisis de Problemas Universitarios, n. 65, pp. 38-51 [Consult. 20-11-2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/340/34024824006.pdf>

KAUFFMAN, Stuart (1993), The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution. New York, OUP.

LAGUNA-SÁNCHEZ, Gerardo (2016), "Sobre lo complejo y su tratamiento multidimensional", in G. Laguna-Sánchez et al. [Coordinadores]. Complejidad y sistemas complejos: un acercamiento multidimensional. México, CopIt-arXives y EditoraC3.

LAGUNA-SÁNCHEZ, Gerardo et al. [Coordinadores] (2016), Complejidad y sistemas complejos: un acercamiento multidimensional. México, CopIt-arXives y EditoraC3.

LIMONE, Aquiles; GANGA CONTRERAS, Francisco Aníbal y VALDIVIESO FERNÁNDEZ, Patricio (2015), "Empresa y complejidad: una aproximación teórica-conceptual." Opción, v. 31, n.78, pp. 11-30 [Consult. 26-10-2020].

Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=310/31044046002>

LUENGO-GONZÁLEZ, Enrique (2016), Las vertientes de la complejidad. Diferencias y convergencias, in Congreso Mundial por el Pensamiento Complejo. Los Desafíos en un mundo globalizado, París, 8 y 9 de diciembre, pp. 12.

MALDONADO CASTAÑEDA, Carlos Eduardo (2001), Visiones sobre la Complejidad, Bogotá, El Bosque.

MALDONADO CASTAÑEDA, Carlos Eduardo (2005), "Ciencias de la complejidad: ciencia de los cambios súbitos", Odeón n. 2. [Consult. 26-10-2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/532/53200205.pdf>

MALDONADO CASTAÑEDA, Carlos Eduardo (2007), Complejidad: ciencia, pensamiento y aplicación. Buenos Aires, Universidad Externado de Colombia.

MALDONADO CASTAÑEDA, Carlos Eduardo (2009), "La complejidad es un problema no una cosmovisión". Revista de Investigación, n. 13, pp. 42-54.

MALDONADO CASTAÑEDA, Carlos Eduardo y GÓMEZ, N. (2011), El Mundo de las Ciencias de la Complejidad Una investigación sobre qué son, su desarrollo y sus posibilidades. Bogotá, Universidad el Rosario [Consult. 26-10-2020]. Disponible en https://www.ugr.es/~raipad/investigacion/excelencia/seminarioXV/2011_el_mundo_de_las_ciencias_de_la_complejidad.pdf

MALDONADO CASTAÑEDA, Carlos Eduardo (2011), Termodinámica y complejidad Una introducción para las ciencias sociales y humanas. Bogotá, Ediciones desde abajo [Consult. 26-10-2020]. Disponible en <https://es.scribd.com/document/92534647/Carlos-Eduardo-Maldonado-Termodinamica-y-Complejidad>

MALDONADO CASTAÑEDA, Carlos Eduardo (2014a), “¿Qué es un sistema complejo?”. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, v. 14, n. 29, pp. 71-93 [Consult. 26-10-2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=414/41438646004>

MALDONADO CASTAÑEDA, Carlos Eduardo (2014b), ¿Qué es eso de pedagogía y educación en complejidad? *Jalisco, El Colegio de Jalisco* [Consult. 26-10-2020]. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/ins/n7/n7a2.pdf>

MALDONADO CASTAÑEDA, Carlos Eduardo (2015), “Pensar la complejidad, pensar como síntesis.” *Cinta Moebio*. n. 54, pp. 313-324 [Consult. 26-10-2020]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-554X2015000300008>

MARTÍNEZ MEKLER, Gustavo (2012), “Sistemas complejos”. *Revista Digital Universitaria*, v. 13, n. 4, 8 p. [Consult. 28-10-2020].

Disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num4/art44/art44.pdf>

MIEDES UGARTE, Blanca (2012), “Complejidad y economía: distintas corrientes de pensamiento, diversas lecturas”. *Revista Galega de Economía*, v. 21, n. 1, pp. 01-35. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=391/39123194014>

MONROY VALERA, Sonia (2011), “Dynamic research groups: The case of the universidad nacional de colombia's faculty of engineering.” *Ingeniería e Investigación*, v. 31, n. 1, pp. 56-62 [Consult. 28-10-2020].

Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingeninv/article/view/33803/33832>

MONTEALEGRE TORRES, Jorge (2020), “Corrientes de la complejidad: convergencias y divergencias”. *Eidos*, n. 32, pp. 359-385.

MORA, Ynedy (2020), “La eficacia de la docencia en la educación universitaria desde la perspectiva del pensamiento del pensamiento complejo”. *Consideraciones epistémicas Centro Sur*, v. 4, n.1 [Consult. 28-9-2020]. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=588861673020>

MORIN, Edgar (2004), *Introducción al pensamiento complejo*. México, D. F., Editorial Gedisa.

OSORIO GARCÍA, Sergio Néstor (2012), “El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: fenómenos emergentes de una nueva racionalidad”. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, v. XX, n.1, pp. 269-291 [Consult. 28-09-2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=909/90924279016>

PALACIO GÓMEZ, Carlos y OCHOA JARAMILLO, Francisco (2011), “Complexity: An introduction”. *Ciência Saúde Coletiva*, n. 16, pp. 831-836 [Consult. 28-09-2020]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232011000700014>

PATÍÑO-VANEGAS, J. C.; BENJUMEA-ARIAS, M.; VALENCIA-ARIAS, J.; GARCÉS-GIRALDO, L. F. (2020), “Tendencias investigativas en simulación de sistemas complejos adaptativos: Un análisis bibliométrico”. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, pp. 791-805 [Consult. 28-12-2020].

Disponible en <http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/docview/2388304607?accountid=45097>

PATRICK-ENCINA, Geraldine Ann (2016), “Panarquía en Zambata: una historia de los ciclos adaptativos en el Valle de la Luna”, in G. Laguna-Sánchez et al. [Coordinadores] *Complejidad y sistemas complejos: un acercamiento multidimensional*. México, CopIt-arXives y EditoraC3, pp. 141-164.

PLATAS LÓPEZ, Francisco (2020), *Fundamentos metodológicos del diseño desde la complejidad: El pensamiento complejo de Edgar Morin*. UCES.DG • enseñanza y aprendizaje del diseño año 07 • n° 14, 48-53 [Consult. 28-09-2020]. Disponible en <https://abre.ai/cwLw>

REYNOSO, Carlos (2006), *Complejidad y caos. Una exploración antropológica*. Buenos Aires, Editorial SB.

RODRÍGUEZ ZOYA, Leonardo (2013), *El modelo epistemológico del pensamiento complejo. Análisis crítico de la construcción de conocimiento en sistemas complejos*. Doctorado, Universidad de Buenos Aires y Universidad de Toulouse. Toulouse.

RODRÍGUEZ ZOYA, Leonardo y RODRÍGUEZ ZOYA, G.R. (2014), “El espacio controversial de los sistemas complejos”. *Estudios de Filosofía*, n. 50, pp. 103-129 [Consult. 28-09-2020]. Disponible en <http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/docview/1650146842?accountid=45097>

RODRÍGUEZ ZOYA, Leonardo; ROGGERO, Pascal y RODRÍGUEZ ZOYA, Paula (2015a), “Pensamiento complejo y ciencias de la complejidad. Propuesta para su articulación epistemológica y metodológica”. *Argumentos*, n. 78, pp. 187-206 [Consult. 28-09-2020]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/595/59541545016.pdf>

RODRÍGUEZ ZOYA, Leonardo [Comunidad de Pensamiento Complejo (noviembre 24 de 2015b), *Desafíos educativos para enseñar a pensar la complejidad en la ciencia y la sociedad* [Archivo de video]. Disponible en https://youtu.be/fFRK_tX9MVM

RODRIGUEZ ZOYA, Leonardo (2017), “Complejidad, interdisciplina y política en la teoría de los sistemas complejos, de Rolando García”. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, v. 17, n. 33, pp. 221-242 [Consult. 28-10-2020]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.22518/16578953.910>

ROGGERO, Pascal (2006), *De la complexité en sociologie: évolutions théoriques, développements méthodologiques et épreuves empiriques d'un projet sociologique*, Mémoire d'habilitation à diriger des recherches en sociologie, Université de Toulouse 1, Toulouse.

SERNA, Edgar (2015), *Ciencia y pensamiento complejo. Desarrollo Transdisciplinar de un Paradigma*. Medellín, Antioquia, Editorial Instituto Antioqueño de Investigación [Consult. 28-10-2020]. Disponible en <https://cutt.ly/uHAzIB2>

SANCHEZ GARZÓN, Juliana y OSCAR ALONSO, V. O. (2010), “Retos y desafíos de la epidemiología”. *Revista CES Salud Pública*, v. 1, n. 1, pp. 122-134 [Consult. 28-10-2020]. Disponible en <http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/docview/1734308109?accountid=45097>

SOLANA, José Luis (2011), “El pensamiento complejo de Edgar Morin. Críticas, incompresiones y revisiones necesarias”. *Gazeta de Antropología*, v. 27, n. 1 [Consult. 28-10-2020]. Disponible en http://www.gazeta-antropologia.es/wp-content/uploads/G27_09JoseLuis_Solana_Ruiz.pdf

SOSA, Liliana Beatriz (2017), *Diseño basado en sistemas complejos. El enfoque del diseño para transformar sociedades, sus ciudades y sus objetos*. Nuevo León, Labyrinthos editores. Universidad Autónoma de Nuevo León [Consult. 12-11-2020]. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/13567/>

UNGAR, Paula y STRAND, Roger (2005), “Complejidad: Una reflexión desde la ciencia de la conservación”. *Nómadas*, n. 22 [Consult. 12-11-2020]. Disponible en <http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/docview/2046709686?accountid=45097>

VIGURI Miguel Ramón (2019), “Ciencias de la complejidad vs. Pensamiento complejo. Claves para una lectura crítica del concepto de cientificidad en Carlos Reynoso”. *Pensamiento*, v. 75, n. 283, pp. 87-106.