

Una mirada al mundo desde el enfoque complejizado de la naturaleza, la computación y los campos sociales

A complex approach view of the world of nature, computing and social fields

Recibido: 23/08/2021

Aceptado: 22/11/2021

Doctorado en Investigación en Educación
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala
DOI: <https://doi.org/10.36314/revistavida.v3i1.11>

René Estuardo Alvarado González¹

realvaradog@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4444-9753>

Carlos Enrique Monroy²

cemonlinet@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4270-7851>

Nora Christhel Argueta Cardona³

chrishondu@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6251-307X>

Ollie Dannilu Romero Bueso⁴

ollieromero@yahoo.com

<https://orcid.org/0000-0001-5109-5706>

Resumen

Los diversos campos sociales han tenido una evolución sin precedentes en los últimos tres siglos (principalmente a partir de la revolución industrial). El desarrollo de nuevas tecnologías tales como las ciencias de la computación, modelación, simulación, e inteligencia artificial y las crecientes redes antropológicas interconectadas globalmente han propiciado un entorno de vida cada vez más dinámico y caótico propiciando que la humanidad dirija su mirada a la solución de los problemas desde el paradigma de las ciencias de la complejidad. Se reflexiona, por tanto, en la relación entre diversos campos de la ciencia y la sociedad a través de la teoría del caos, geometría de fractales, ciencias de la computación, transformación digital y dimensiones sociales complejas. Se aborda la observación del fenómeno de la naturaleza desde una mirada exploratoria de la relación entre la teoría del caos y la geometría de fractales en la evolución del desarrollo de la ciencia. Se explora el desarrollo de las ciencias de la computación como el camino hacia la exploración del conocimiento de los sistemas complejos, enfatizando la emergencia de la computación bioinspirada como siguiente paso en la evolución de las ciencias desde la cibernética de segundo orden, a raíz de la observación de los sistemas biológicos y naturales para el estudio de las nuevas dinámicas emergentes. En cuanto a la sociedad complejizada, se explora el fenómeno de la transformación digital y su impacto sistémico en el medio socioambiental postmoderno; así como la relación entre las ciencias de la complejidad y las ciencias sociales y humanas desde las principales dimensiones que para el estudio de las ciencias como parte de un sistema totalizante, relacionando los sistemas naturales, el comportamiento social y las redes complejas modeladas actualmente por sistemas computacionales.

1 Ingeniero en Ciencias y Sistemas, Magister en Administración de Empresas.

2 Ingeniero Industrial, Magister en Docencia Universitaria con Orientación en Estrategias de Aprendizaje.

3 Ingeniera en Ciencias Forestales, Máster en Espacios Naturales Protegidos.

4 Ingeniera Industrial, Máster en Gestión de Proyectos.

Palabras clave

caos, computación bioinspirada, sistemas naturales, complejidad organizacional, sistemas abiertos.

Abstrac

The various social fields have had an unprecedented evolution in the last three centuries (mainly since the industrial revolution). The development of new technologies such as computer science, modeling, simulation, and artificial intelligence as well as the growth of global interconnected anthropological networks have led to an increasingly dynamic and chaotic living environment, encouraging humanity to turn its gaze to the solution of problems from the sciences of complexity paradigm. Therefore, we reflect on the relationship between various fields of science and society through chaos theory, fractal geometry, computer science, digital transformation and complex social dimensions. The observation of the natural phenomenon is approached from an exploratory view of the relationship between chaos theory and fractal geometry in the evolution of the development of science. The development of computer science is explored as the path towards the exploration of complex systems knowledge, emphasizing the emergence of bio-inspired computing as the next step in the evolution of science from second-order cybernetics, as a result of the observation of biological and natural systems for the study of new emerging dynamics. As for the complex society, the phenomenon of digital transformation and its systemic impact on the postmodern socio-environmental environment is explored as well as the relationship between the sciences of complexity, the social and main dimensions of human sciences studies as part of a totalizing system, relating natural systems, social behavior and complex networks currently modeled by systems computational.

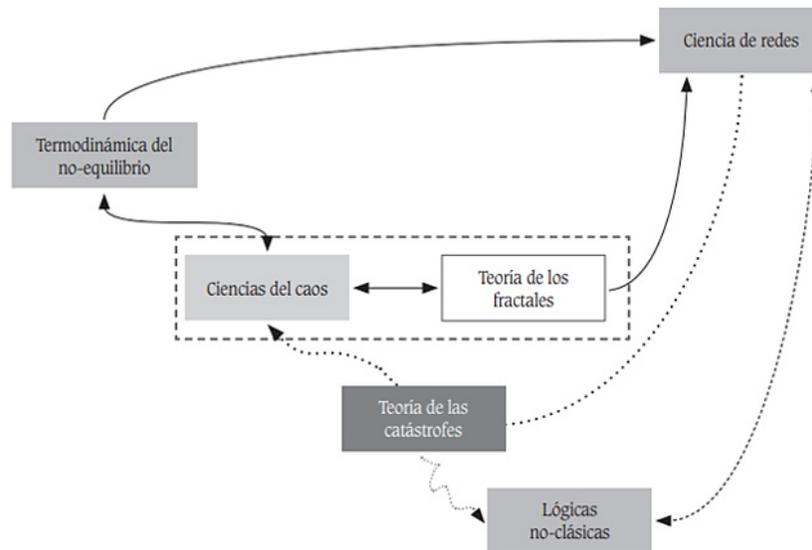
Keywords

chaos, bio-inspired computing, natural systems, organizational complexity, open systems

Estado actual de las ciencias de la complejidad

Las ciencias denominadas de la vida sintetizan el estudio de los sistemas complejos adaptativos o como una teoría de los sistemas dinámicos no-lineales, hacen referencia a las relaciones internas y externas de las ciencias⁵. Específicamente estas últimas y la sociedad. En sus inicios las ciencias de la vida eran seis y esa clasificación ha evolucionado y más que un número se muestra por ejemplo en la figura 1 que existe una relación muy sólida entre caos y fractales⁶.

Figura 1. Estado actual de las ciencias de la complejidad



Fuente: Maldonado, Carlos Eduardo y Gómez Cruz, Nelson Alfonso, 2011.

La doble flecha punteada entre lógicas no clásicas y la ciencia de redes indica el estado actual de la investigación, a una relación indirecta. Opuesto a este punto, existe una relación directa entre la termodinámica del no equilibrio y la ciencia de redes. En las ciencias de redes se ha incluido una parte del caos y de los fractales⁷. Se describe de manera general la complejidad y su relación con algunos de los elementos presentados en la figura 1.

Complejidad y redes

Partiendo de la sociedad humana se menciona que en antropología social casi todos los elementos pueden ser abordados en términos de redes por las relacio-

⁵ Maldonado Castañeda, Carlos Eduardo, "Marco Teórico del trabajo en ciencias de la complejidad y siete tesis sobre complejidad", Revista Colombiana de filosofía, Vol 4 núm. 9, Colombia, 2003, p.142.

⁶ Maldonado Castañeda, Carlos Eduardo y Gómez Cruz, Nelson Alfonso, "El mundo de las ciencias de la complejidad, una investigación sobre que son su desarrollo y su posibilidades" Editorial Universidad El Rosario, Colombia, 2021, p.85.

⁷ *Ibidem*, p.86

nes que prevalecen entre ellos. La teoría de redes guarda una estrecha relación con los principios del estructuralismo y específicamente la noción estructuralista del sistema, haciendo énfasis en que no toda red califica como un sistema.⁸ Se resalta que existe una distinción en las clases de redes: jerárquicas y heterárquicas o redes “distribuidas”, en las primeras se identifica una relación de superior a inferior, son utilizadas para organización en instituciones y empresas donde la tendencia es que todos los nodos se subordinan a uno solo⁹ y en las segundas, es decir en las redes distribuidas, las que prevalecen en la naturaleza donde no se presenta ninguna relación jerárquica de un componente a otro, se puede mencionar como ejemplo de ello: en los átomos en las células de organismos, en las galaxias. Nuestra tendencia casi siempre emplea la analogía de las redes jerárquicas en las redes distribuidas lo cual no es correcto ya que en éstas últimas ningún componente domina a otro pues una de sus características es la interacción interna no-lineal.¹⁰

Una de las particularidades de las ciencias de la complejidad radica en la pregunta “¿qué es complejidad?” o “¿por qué sucede la complejidad?”, y se podría afirmar que esta revolución de conocimiento va en contra de la ciencia clásica, más relevante aún, el hecho que hay diversidad de respuestas ante un problema determinado. En el contexto de las redes complejas se podría partir de la repetida interrogante: ¿Qué tan grande y amplio es el mundo?, hacia ¿cuáles son los grados de distancia que separan a un punto de partida cualquiera de un grupo determinado?.¹¹

Complejidad y caos: una relación fractal

Uno de los aspectos centrales del caos está basado en la identificación de atractores y los sistemas que están en movimiento¹². En relación al funcionamiento de la naturaleza, la nueva generación de científicos indica que la naturaleza como un sistema activo presenta algún grado de complejidad y puede adoptar formas únicas y particulares¹³, por lo que es necesario mencionar que existe una gran implicación recíproca entre caos y fractales, la razón es que todos esos valores numéricos hacia los cuales el sistema presenta una tendencia a la evolución tienen en su base una dimensión fractal¹⁴.

8 **Reynoso, Carlos**, “Hacia la complejidad por la vía de las redes, nuevas lecciones epistemológicas”, Desacatos, México, núm 28, septiembre-diciembre, Argentina, 2008, p.18

9 **Sotolongo, Pedro**, “Complejidad, no linealidad y redes distribuidas”, Revista COMPLEXUS Complejidad Ciencia y Estética, Santiago de Chile, Vol 3, número 1, 2007, p.17

10 **Ibídem**, p.18

11 **Maldonado Castañeda, Carlos Eduardo y Gómez Cruz, Nelson Alfonso**, op. cit. p. 91

12 **Ibídem**, p. 88

13 **Gleik, James**, *Caos “La creación de una ciencia”*, España, 1987, p.15

14 **Maldonado Castañeda, Carlos Eduardo y Gómez Cruz, Nelson Alfonso**, op. cit. p. 86

Geometría fractal

“La génesis de la geometría fractal se concentra en el estudio de los conjuntos irregulares y sus propiedades.” Y como muchas cosas en complejidad su definición deja fuera los conjuntos que se consideran fractales. Mandelbrot aporta una definición desde la perspectiva de conjuntos, donde las partes son similares a la totalidad, en algún sentido. También indica que la geometría es incapaz de describir la forma de objetos o recursos como las nubes, las montañas que son parte de la naturaleza misma¹⁵. Si bien es cierto toda belleza es relativa, es difícil pensar que las montañas no tienen forma por no encajar en una de las formas geométricas conocidas. “La forma irregular de la naturaleza, y a veces discontinua y variable ha sido un enigma a los ojos de la ciencia o más crítico aún una monstruosidad”¹⁶.

Popularmente se identifica que un fractal no uniforme es la suma (o la diferencia) de varias partes con dimensiones fractales¹⁷. Recordamos entonces que para comprender la complejidad del pensamiento complejo hay que trabajar con distinciones como categorías, diseñar lógicas y construir gramáticas a estas estrategias a las cuales Morin les denomina “operadores del pensamiento”, como por ejemplo: 1. El principio del bucle recesivo, 2. El principio de auto explicación, 3. El principio de emergencia, y 4. El principio hologramático (es un todo que no totaliza)¹⁸.

Esqueletos de árboles fractales cuyos términos residuales son intervalos

Pensemos por un momento en “Las terminaciones de las ramas”. Se identifica que un ser vivo como un árbol consta de dos partes, las ramas o meristemas secundarios y las terminaciones de las ramas o meristemas apicales cuyas dimensiones se entrelazan de un modo urdido a la perfección. La parte más sencilla de estudiar es el conjunto de los meristemas apicales. Por ejemplo, un árbol a primera vista como un todo parece autosemejante, ya que cada meristemo apical con sus brotes es una versión a escala reducida del todo¹⁹. Al reconocer esta afirmación se puede mencionar el operador del pensamiento: el principio hologramático en su modalidad holoscópica que indica que el todo puede estar contenido en una representación parcial de un fenómeno (en este caso los meristemas secundarios) o de una situación²⁰.

15 Mandelbrot, Benoit, “La geometría fractal de la naturaleza”, Tusquets Editores, España, 1997, p.15.

16 Gleik, James, op. cit. p.9.

17 Mandelbrot, Benoit, op. cit. p. 216.

18 Osorio García, Sergio Néstor, “El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: fenómenos emergentes de una nueva racionalidad”, Revista Facultad de ciencias económicas: Investigación y reflexión, Vol 20 número 1, 2012, p.275.

19 Mandelbrot, Benoit, op. cit. p. 217.

20 Osorio García, Sergio Néstor, op.cit. p. 275.

Entendemos por árboles fractales al conjunto fractal en el que se mide la abundancia de los meristemas apicales y las puntas de esos árboles y pueden convertirse en curvas fractales denominadas bóvedas fractales, ya que es conocido que se necesita luz para el desarrollo de los árboles, por ejemplo, un diseñador puede de algún modo controlar el crecimiento de los meristemas apicales o en su defecto ya sea por condiciones genéticas o ambientales provocar que las ramas dejen de crecer²¹.

Los árboles y el exponente diametral

Los árboles representan una figura la cual posee un número alto de escalas lineales diferentes, además la dimensión fractal de las puntas de los árboles influye en lo que se denomina exponente diametral. Así por ejemplo Leonardo da Vinci indica que si se suma el diámetro de todas las ramas de un árbol a una altura determinada este sería igual al diámetro del tronco común que tiene por debajo, aunque si recordamos el principio de emergencia este nos indica que no se fragmenta el todo a la parte como indica el reduccionismo clásico, pero tampoco suma la parte al todo como hace el holismo contemporáneo²². Murray, indica que las ramas a través de su crecimiento provocan un aumento de tensiones y por lo tanto lentitud en los procesos internos de fluidos propios del desarrollo de la planta principalmente ocasionados por la resistencia producida más que de capacidad, resaltando que la primera debe ser capaz de soportar la resistencia creciente²³.

El enfoque complejizado de las ciencias de la computación Nuevos horizontes para la exploración del conocimiento de los sistemas complejos

El incremento acelerado en el desarrollo tecnológico desde inicios del siglo XXI nos hace reflexionar acerca de cómo se ha convertido en un pilar tanto para la generación de nuevo conocimiento, como para la consideración de su impacto y relación con la sociedad y la naturaleza. Uno de los avances que mayor influencia ha suscitado hacia "la comprensión y explicación de la lógica y la complejidad de la vida, asentándose en el núcleo mismo de la nueva biología"²⁴ ha sido la síntesis de los sistemas biológicos y el desarrollo de la simulación basado en procesos computacionales, permitiendo explorar en profundidad las nuevas dinámicas emergentes y los elementos que dan lugar al paradigma de la complejidad en sistemas naturales.

21 Mandelbrot, Benoit, op. cit. p. 218

22 Mandelbrot, Benoit, op. cit. p. 223

23 Mandelbrot, Benoit, op. cit. p. 225

24 Gómez Cruz, Nelson Alfonso y Maldonado Castañeda, Carlos Eduardo, "Sistemas Bio-inspirados: Un marco teórico para la ingeniería de sistemas complejos", Editorial Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia, 2011, p.6.

Hablar de pensamiento bio-influenciado tiene sus fundamentos en la bio-semiótica, la cual gracias a los esfuerzos desarrollados por Thomas Sebeok²⁵ y Thure von Uexküll²⁶, ha llegado a consolidarse como una ciencia que ha establecido vínculos transdisciplinarios con campos como la matemática, la física, la filosofía de la ciencia, la lingüística y la cibernética, entre otras, a fin de relacionar el conjunto de señales que surgen de distintos niveles de la organización biológica de los sistemas vivos; lo cual ha propiciado las condiciones para la comprensión de los fenómenos biológicos como un “todo significativo” en cada una de sus jerarquías de la interpretación²⁷. Esta nueva escuela de pensamiento ha suscitado la creación de la nueva ciencia, conocida como vida artificial, la cual se presenta como una biología de las formas de vida posibles, planteándose abordar los fenómenos que permitan comprender su creación, su dinámica y el espacio de comportamiento de un sistema complejo sintetizando en alguna forma de medio artificial, aplicando técnicas de resolución basadas en procesos de modelación y simulación por computadora inspirados en la biología y la naturaleza, lo cual fundamenta las bases de la computación bioinspirada.

Computación inspirada en sistemas biológicos y naturales

Gracias al desarrollo de la cibernética en el siglo XX, se establecen lenguajes que permiten representar lógicas para operar el principio del orden²⁸, preciso para el desarrollo de la inteligencia artificial clásica, basada en razonamientos deductivo y cuyo interés principal fue la automatización de procesos productivos, así como la representación y aplicación de conocimientos específicos emulando la actuación humana; sin embargo, en la búsqueda de la representación compleja de la no-linealidad sistémica, se concibe una nueva forma de lógica, en la cual se aprecia un modelo recursivo de reflexión, denominada la cibernética de segundo orden, basada en la vinculación y el intercambio de información, que a su vez produce nueva información que puede enlazarse en el ciclo dinámico, la cual ha permitido trascender los clásicos sistemas de control hacia la búsqueda de la comprensión, de tal forma que el pensamiento complejo de segundo orden “piensa el pensamiento, es decir, los sistemas observadores”²⁹.

25 **Thomas Albert Sebeok**, fue un lingüista estadounidense conocido por sus aportaciones a la semiótica, Doctor por la Universidad de Princeton, reconocido como uno de los fundadores de la biosemiótica.

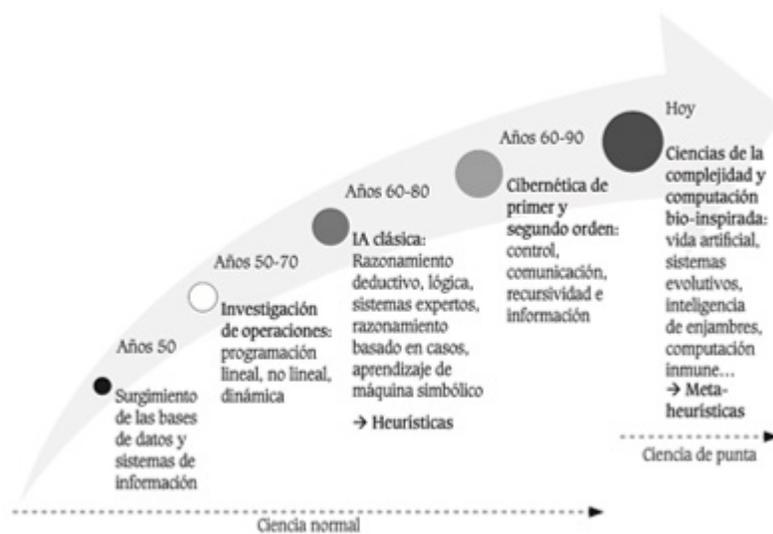
26 **Thure von Uexküll**, médico alemán conocido como pionero en la medicina psicosomática, cofundador de la biosemiótica, Doctor honoris-causa por la Universidad de Tartu, Alemania.

27 **Castro García, Oscar**, “*La biosemiótica y la biología cognitiva en organismos sin sistema nervioso*”, Departamento de Filosofía, Universidad Autónoma de Barcelona, España, 2011, p. 3.

28 **Molina, Silvia**, “*La investigación de segundo orden en ciencias sociales y su potencial predictivo: el caso del proyecto de identidad y tolerancia*”, Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales, vol. XLIV, núm. 183, Universidad Nacional Autónoma de México, 2001, p. 20.

29 **Ibáñez, Jesús**, “*Nuevos avances en la investigación social. La investigación social de segundo orden*”, Editorial Anthropos, Suplementos; no. 22, Barcelona, España, 1990, p. 4.

Figura 2. Trayectoria temporal de los sistemas computacionales



Fuente: Maldonado, Carlos Eduardo, 2011.

Notamos en la figura anterior, como el desarrollo de la ciencia de punta, propiciada por la emergencia del pensamiento complejo, impulsa el abordaje del fenómeno de la comprensión desde la cibernética de segundo orden, valiéndose de la apertura que permite el cambio de paradigma, hacia la exploración de la naturaleza de una manera mas abierta, permitiendo la posibilidad de identificar complejos fenómenos que pueden ser modelados gracias a los procesos de cómputo, reproduciendo los mismos a diferentes escalas, lo cual, de la mano con las crecientes capacidades físicas y lógicas propiciadas por la evolución tecnológica en materia de ciencias de la computación, permite el descubrimiento de nuevas técnicas de resolución de problemas a través de la emulación de los sistemas complejos inspirados por la naturaleza misma y la biología, la inteligencia artificial bio-inspirada como el siguiente paso hacia los sistemas complejos adaptativos inteligentes.

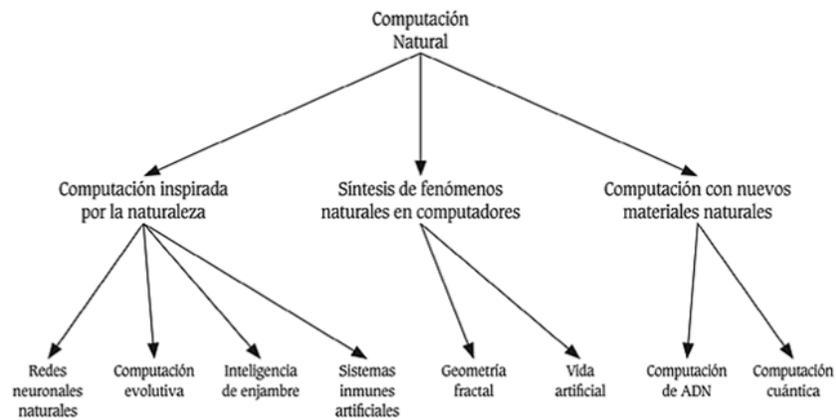
Evolución de las arquitecturas computacionales hacia la computación natural

El uso de metáforas derivadas de la comprensión de la naturaleza para modelar nuevas técnicas para la resolución de problemas, el empleo de procesos de simulación por computador que ha permitido la síntesis de fenómenos naturales y el uso de nuevos materiales naturales han permitido sobrepasar la frontera de los procesos de cómputo tradicionales, basados en técnicas matemáticas hacia la posibilidad de abordar las nuevas formas de problemas agrupados como indecidibles, los cuales “son aquellos para cuya solución no existe ningún algoritmo o, lo que es mejor, no pueden ser resueltos de manera alguna con base en algoritmos,

independientemente de su tipo, y con independencia del tiempo, el espacio o los recursos disponibles"³⁰, relacionados a fenómenos de la naturaleza de la vida. En la figura 3 se esquematizan las principales ramas de la computación natural.

El desarrollo hacia la computación natural implica una evolución de la arquitectura del computador, la cual parte de la descripción de von Neumann del diseño clásico para un computador digital, hacia la nueva arquitectura cuántica, la cual se basa en las propiedades de la interacción cuántica entre partículas subatómicas, lo cual permite constituir "una unidad fundamental para el desarrollo de nuevos algoritmos que permiten la capacidad de procesamiento exponencial"³¹ y el cómputo paralelo.

Figura 3. Principales ramas de la computación natural



Fuente: Maldonado, Carlos Eduardo y Gómez Cruz, Nelson Alfonso, 2011.

Se trabaja constantemente en la mejora de las nuevas arquitecturas computacionales a fin de acercar propuestas en búsqueda de mejorar la eficiencia para el manejo de la información computable. En este campo, la computación paralela ofrece una mejora significativa en el rendimiento y capacidades para el uso de los recursos del diseño de la máquina, mejorando significativamente la relación entre el tiempo necesario para la ejecución de los procesos contra el número de instrucciones de máquina procesadas. Estas realizaciones no habrían sido posibles sin el estudio de los colectivos animales, lo cual ha arrojado para los científicos de la computación un espectro más amplio acerca del conocimiento de la arquitectura y topología del sistema más robusto y sorprendente de todos: la naturaleza; la cual piensa y actúa de unas maneras muy distintas a las enunciadas por la ciencia clásica occidental, a saber, es evidente el funcionamiento

30 Maldonado Castañeda, Carlos Eduardo, "La extraña naturaleza de la vida: biología cuántica, complejidad, vida, salud", Investigaciones en complejidad y salud, no. 9, Editorial Universidad El Bosque, Colombia, 2021.

31 Figueroa Nazuno, J., Rentería-Agualimpia W. y Bustillo-Hernández, C., "Arquitecturas computacionales cuánticas", Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación, no. 127, México, 2008, p. 4

de los sistemas naturales basados en “redes de interconexiones síncronas y simétricas espacialmente”³², lo cual es parte de las bases del fenómeno del paralelismo, objeto de estudio de la computación natural y simulación de la inteligencia colectiva.

Sociedad complejizada

La revolución digital y su impacto sistémico en la sociedad

El crecimiento acelerado de las tecnologías en las últimas décadas ha permitido a la humanidad el acceso a una mejor calidad de vida y tener avances en sus distintos entornos. Los beneficios en los campos de la salud, educación, industria, entre otros, han permitido que millones de personas realicen sus actividades de manera más segura, rápida, precisa y con menor esfuerzo. Sin embargo, esta aumentación en las capacidades humanas se ha desarrollado de manera desigual entre las sociedades pues no todos gozan de las oportunidades de desarrollo que les permita reinventarse y adaptarse a los cambios que representa la digitalización de las interacciones humanas y su entorno.

“Desde que la supercomputadora Deep Blue le ganó al campeón mundial de Ajedrez Garry Kasparov en 1997, los robots están venciendo un desafío tras otro”³³. Tanto los países con mayores avances tecnológicos como los que se encuentran en vías de desarrollo están implementando sistemáticamente servicios automatizados a sus usuarios, quienes con el paso del tiempo están cambiando los hábitos de gestión de sus servicios y/o productos. Uno de los países pioneros en el desarrollo de estas tecnologías, Japón, por ejemplo, está implementado servicios robotizados en cadenas hoteleras, restaurantes e industria a través del uso de robots tales como ASIMO, YASKAWA, FANUC, KAWADA, el robot- muñeco Pepper, entre otros. De igual forma Amazon go, momentum machines, corporaciones bancarias, sistemas de transporte, etc., están migrando sus servicios convencionales a plataformas orientadas a tareas robotizadas. Aunque muchos de estos sistemas se encuentran en su fase inicial, muchos científicos estiman que será cuestión de tiempo para que los datos guardados y compartidos en la nube por los distintos robots a nivel mundial, se mejoren y se pueda generar una interacción y un servicio más eficiente que el brindado tradicionalmente por los seres humanos.

Distintas organizaciones a nivel mundial están adaptando su modelo de negocio al campo digital. El mundo físico se está conectando paulatinamente con el mundo digital haciendo uso del Internet de las cosas (IoT: Internet of things) y los datos y metadatos (Big Data) como base de su información para que las personas puedan

32 Aguilar Castro, José, y Leiss, Ernst, “Introducción a la computación paralela”, Universidad de Los Andes, 1era. Edición, Venezuela, 2004, p.51.

33 Oppenheimer, Andrés, “¡Sálvese quien pueda! El futuro del trabajo en la era de la Automatización.” Primera Edición, Ciudad de México: Penguin Random House Group Editorial, 2018, p. 25

realizar sus trámites desde la comodidad de su hogar. Según Deloitte consulting, en su informe El impacto de la digitalización en España, "la digitalización permite a las personas un ahorro de tiempo: un día al mes: 14 horas en marketplaces digitales, 4 horas en búsquedas digitales y 4 horas en teletrabajo."³⁴ El pago de facturas (a través de la banca virtual u otros medios electrónicos), de energía eléctrica, agua, teléfono, internet, libros, impuestos, cuotas universitarias entre otros han reducido significativamente el tiempo de gestión, lo que permite realizar actividades personales y familiares. La facilidad que presentan los cajeros automáticos es otro ejemplo del ahorro de tiempo en hacer colas en los bancos y entidades similares. De igual forma, el uso de drones que entregan productos con el fin de evitar el tráfico vehicular en las calles y agilizar los periodos de entrega es uno de los sistemas digitales que está en su fase de análisis técnico y legal en ciertos países desarrollados. Este tipo de servicios, aunque está eliminando oportunidades de empleos, también está facilitando el acceso de productos a los clientes sin tener que desplazarse a los lugares físicos para adquirirlos, brindando beneficios tales como: ahorro de tiempo, combustible o pasajes, descongestionamiento vehicular, tiempos de espera, riesgos de asaltos, accidentes, contaminación auditiva, visual, ambiental y otros agentes externos que genera el desplazamiento de las personas de sus hogares a las instalaciones físicas donde realizan sus gestiones.

La automatización y su impacto en los empleos

En los países en vías de desarrollo, el impacto de la automatización de los servicios no ha reflejado el riesgo potencial que puede significar en los empleos. Sin embargo, es una amenaza que se debe considerar en las próximas décadas. Los investigadores de Oxford Martin School, Carl Frey and Osborne, estiman que "el 47 por ciento de los empleos están en un riesgo alto, lo que significa que las ocupaciones asociadas son potencialmente automatizadas en un número de años no especificados, quizá en una década o dos"³⁵. Entre los empleos más propensos a ser reemplazados, según la investigación están: cajeros, operadores telefónicos, bibliotecarios, operadores de radio, televisión y similares, agentes de viajes, meseros, vendedores de bienes raíces, periodistas, servicios de seguridad. Al automatizar los servicios en los bancos, agencias, manufacturas, centros comerciales, restaurantes, tiendas y negocios similares, éstas desaparecerán físicamente impactando de igual forma a los propietarios de los locales pues dejarán de percibir ingresos económicos por concepto de rentas. El posible reemplazo de muchos de los trabajos actuales y el cierre de negocios como efecto de la automatización de servicios debe ser un indicador que no debe quedar desapercibido por la sociedad pues esto implica la necesidad de preparación profesional, personal e intelectual, reinventarse y adaptarse a las incertidumbres del devenir de la era digital.

34 Deloitte Consulting S. L. U., "El impacto de la digitalización en España", Informe Final, 2019. p. 19

35 Frey, Carl Benedikt, y Michael Osborne, "The Future of Employment." Oxford Martin Programme on Technology and Employment., 2013. p. 42

El humano consciente ante las tecnologías digitales

El ser humano, a diferencia de las tecnologías digitales que se han desarrollado hasta la actualidad, tiene la capacidad de pensar, sentir y reflexionar sobre los eventos que suceden a su alrededor. Penrose cree que “pedir a la computadora que imite a un ser humano de tal forma que resulte indistinguible de éste en los aspectos más importantes, es en verdad pedirle más de la cuenta”³⁶ Esto se debe a que según Penrose existe una presencia consciente que no existe en las computadoras construidas hasta la fecha. La sociedad en su totalidad debe permanecer consciente de los impactos que las nuevas tecnologías en la era digital trae en los distintos ámbitos de la vida socioambiental pues a pesar del fortalecimiento en las capacidades que han traído a los seres humanos, también los ha convertido en mercancía para muchas entidades económicas, sociales y políticas. La vida personal y la privacidad en general están cada vez más expuestas en las distintas plataformas digitales donde de manera consciente o inconsciente se proporciona información de las interacciones, comportamientos, ideologías, etc., las cuales son recolectadas, almacenadas y analizadas en base de datos. Esta información es luego puesta a disposición de/o secuestrados por distintos escenarios e intereses económicos, políticos e ideológicos, poniendo en riesgo a la humanidad de su libertad, los derechos fundamentales y el control de su propio destino.

Soberanía y relevancia humana ante la era digital

La tecnología digital ha facilitado y acelerado la interconexión humana en las últimas décadas propiciando espacios de información actualizada, comunicación y opinión. Cabe preguntarse si estos espacios digitales facilitan la participación ciudadana para la toma de decisiones de manera libre y soberana. Ser soberano, según la Real Academia Española, es el que “ejerce o posee la autoridad suprema e independiente”³⁷. ¿Está la tecnología digital permitiendo que los seres humanos tomen decisiones de manera independiente? Aunque se vive en un mundo mejor interconectado e informado, la brecha de desigualdad, inequidad e injusticia es cada vez mayor. El Ágora de la antigua Grecia en la que en donde “los ciudadanos se juntan y conversan sobre los temas de la comunidad. Conversan como iguales porque son todos de una misma clase y los temas de la comunidad les interesan y en estas conversaciones surge la cosa pública”³⁸ se ha vuelto una práctica utópica en la sociedad. La participación ciudadana ha sido limitada en los espacios de conversaciones y toma de decisiones que promuevan y favorezcan el bien común. Al contrario, se está haciendo uso de bases de datos y fuentes de información digital para que una minoría tome decisiones, relegando

36 Penrose, Roger, *“La nueva mente del emperador”*, Traducido por José Javier García Sanz, México: Editoriales Grijalbo y Mondadori, 1996. p. 17

37 Real Academia Española, *“Diccionario de la Lengua Española”*, Medio físico digital en propiedad del autor, <https://dle.rae.es/soberano>, Noviembre 2021.

38 Maturana, Humberto, *“La democracia es una obra de arte”*, Cooperativa editorial MAGISTERIO, 1994. p.24

al ser humano en un objeto de estudio al que se puede manipular e influenciar de acuerdo a sus intereses. Muchos sectores económicos y políticos han utilizado la expresión de “pueblos o comunidades soberanas e independientes” como parte de su agenda para manipular a la opinión pública a expensas del deterioro social y a su progresiva irrelevancia.

La complejidad y los campos sociales

Partiendo del concepto de complejidad, en el cual se define como el conjunto de metodologías de las ciencias contemporáneas que cuentan con una serie de terminologías adquiridas y sustentadas. Esas terminologías han involucrado muchos conceptos y discursos de filósofos y científicos, los cuales han evolucionado y profundizado según la óptica de cada teórico que aborda la temática³⁹.

Sabemos que la complejidad se basa en la ciencia contemporánea, donde se traslapan o se presenta un corte en la historia de la ciencia y la realidad científica occidental⁴⁰, llevándonos bajo líneas de pensamiento que van al compás de lo real y de lo irreal buscando un porqué de las cosas no contemplado en las líneas de la racionalidad y trasladándose a otros esquemas y escenarios poco indagados y profundizados. Esta ciencia de la complejidad comprende los fenómenos, conductas y procedimientos que marcan los desequilibrios, incertidumbres, uniones, enfoques sociales que permiten asociaciones, separaciones que muchas veces emergen en el caos y su teoría⁴¹.

Desde la complejidad, analizamos los escenarios que conllevan a una variante que involucra sistemas amplios en el ámbito ontológico y nos llevan analizar y relacionar el ser humano desde la óptica individual, su comportamiento en la sociedad y en las organizaciones como tal⁴². Vista la relación de la complejidad desde el entorno de las ciencias, nos damos cuenta que las ciencias sociales y humanas basan su eje fundamental en el apócrifo metafísico de Aristóteles y su filosofía⁴³. Las ciencias sociales son de mayor relevancia con respecto a las ciencias básicas, en vista que al analizar estas desde un todo nos encontramos con esquemas, rasgos, parámetros de medición, que trascienden más allá de una simple percepción y nos obligan a conocer, estudiar y profundizar otros escenarios de la ciencias.

39 Ruiz Ballesteros, Esteban y Solana Ruiz, José Luis, “Complejidad y Ciencias Sociales”, Universidad Internacional de Andalucía, 2013, p. 22

40 Rodríguez Zoya, Leonardo y Aguirre, Julio Leonidas, “Teorías de la Complejidad y Ciencias Sociales. Nuevas Estrategias Epistemológicas y Metodológicas”, EMUI, Euro Mediterranean University Institute / Universidad Complutense de Madrid, Revista Nomads, Mediterranean Perspectives, Madrid, 2011 p. 2.

41 Maldonado, Carlos Eduardo, “Ciencias de la Complejidad: Ciencias de los Cambios Súbitos”, Odeon, numero 002, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, 2004 – 2005, p. 4

42 Arévalo Molina, Derkis Enrique, “Teoría de la Complejidad y las Ciencias Sociales: Instrumentos para Promover Conocimiento”

43 Maldonado, Carlos Eduardo, “Complejidad de los Sistemas Sociales: Un Reto para las Ciencias Sociales”, Cinta Moebio, Chile, 2009 p.149

Dimensiones de los campos sociales

Partiendo de la complejidad de los campos sociales nos encontramos con tres dimensiones que nos permiten estudiar a cabalidad las ciencias como parte de un sistema⁴⁴. La primera de ellas es la basada en los sistemas sociales naturales, cuya orientación es la ecología, la biología de poblaciones, astronomía y cosmología. La segunda está basada en los sistemas sociales humanos, que nos permite estudiar al ser humano desde un todo y analizarlo desde una perspectiva individual y su comportamiento como parte de una sociedad y de un sistema organizado, y una última sustentada en los sistemas sociales artificiales cuyo campo de actuación son las redes complejas, los sistemas computacionales, la robótica y la inteligencia artificial creada para su funcionamiento.

Las organizaciones como sistemas sociales

Estas se introducen en el pensamiento complejo de los estudios organizacionales⁴⁵, los cuales las conciben como sistemas abiertos con una relación interactiva entre el input y el output para analizar el comportamiento del ser humano en el contexto y su relación con la humanidad y las organizaciones.

Los elementos de un sistema entran en la organización como insumos que pasan por un proceso de transformación y que son trasladados a la sociedad como un producto; reflexionamos que la organización es un régimen social abierto con cambios en el ambiente y que está integrado por partes integradas entre sí.

La organización como sistema complejo

Al entender un sistema complejo como aquel que está formado por otros sub-sistemas integrados al mismo, y estos a su vez organizados por otras partes que los conforman, presentan interacciones dinámicas entre cada una de ellas⁴⁶. Un sistema complejo nos conlleva a profundizar en el comportamiento de cada persona dentro de la organización, las jerarquías, el análisis de las partes y los procesos que de este se generan.

44 **Maldonado, Carlos Eduardo**, *"Complejidad de los Sistemas Sociales, Un Reto para las Ciencias Sociales"*, Cinta Moebio, Chile, 2009, p.149

45 **Munné, Frederic**, *"La Teoría del Caos y la Psicología Social. Un nuevo enfoque epistemológico para el comportamiento social"*, En I. Fernández Jiménez y M.F. Martínez (comp.): *Epistemología y procesos psicosociales básicos*, Sevilla: Eudema, 1993, p. 37 - 48

46 **Lara Rosano, Felipe**, *"Organizaciones Complejas"*, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico y Centro de la Complejidad.

Por otro lado, definimos a las organizaciones como un sistema complejo, debido a que está integrado por humanos que cumplen diversos roles en la sociedad y desempeñan un papel dentro de las mismas; las organizaciones son consideradas sistemas abiertos porque interactúan en lo complejo de lo natural y lo artificial ambos en un entorno social.

La interacción de la organización abarca una dinámica interna que según cada avance en el tiempo se presenta como un nuevo estado mejorado que permite la interacción de los individuos en los entornos organizacionales y su forma de afrontar las situaciones; por otro lado implica la inclusión de parámetros exógenos o externos que alteran el estado de la organización en dos vías positiva o negativamente.

Desde la óptica organizacional como un sistema complejo nos encontramos con diferentes aristas y la primera es una perspectiva sistémica de la organización, un enfoque dinámico de la organización y la integración del diagnóstico que nos permiten ver y conocer cómo el individuo se desarrolla en los diferentes escenarios de la complejidad organizacional. Definiendo cada uno de ellos podemos describir que partiendo desde la perspectiva sistémica de la organización debemos incluir las teorías o basar nuestros estudios en los elementos, las funciones y las relaciones que nos llevan a realizar tesis del entorno y la estructura.

La organización compleja no logra obtener el equilibrio, debido a la inestabilidad que se presenta, donde lo que predomina es lo no lineal, donde no se puede predecir su evolución y se mantiene en constantes singularidades. Por otro lado, al tomar el enfoque de la dinámica de la organización medimos el comportamiento de esta en intervalos moderados de tiempo a fin de conocer la evolución y las respuestas que esta tiene frente a las fluctuaciones o estímulos que genera el entorno sean positivos o negativos, como afronta las amenazas y cómo supera las debilidades del entorno, como se manejan los conflictos internos y externos que marcan la trascendencia organizacional; cuando hablamos de la integración del diagnóstico nos referimos al esquema de reflejar la realidad institucional donde se implican los resultados obtenidos en el contexto y su cumplimiento de lo real con lo planificado, reflejando las fortalezas y amenazas en el análisis interno y el análisis del entorno.

Las organizaciones, abiertas y complejas, muestran progresos graduales en complejidad y estructuración interna. La complejidad está orientada a la afluencia de mecanismos estructurales en las que se agrupan los miembros de una organización, la forma como se comunican y la forma como se desenvuelven, por lo que partiendo de la óptica del pensamiento complejo, este nos lleva a una profundización del ser humano y su comportamiento, donde las organizaciones son el escenario adecuado para reflejar estas teorías fundamentadas en las ciencias de la complejidad.

Reflexiones inconclusas

La naturaleza representada por recursos como las nubes, las montañas, los árboles y de los cuales la ciencia clásica no ha logrado descifrar ni las formas para su comprensión, desde otra mirada de la geometría tradicional, debido al grado de complejidad; aún existen muchas preguntas sin responder y no es que se esté a la búsqueda de una respuesta pues a veces esas preguntas pueden conducir a otras preguntas.

Desde la necesaria apertura al cambio de paradigma respecto a la evolución científica, el pensamiento complejo se debe seguir abordando desde distintas visiones, a saber, de acuerdo con la obra de Carlos Maldonado, como ciencia emergente, como una nueva perspectiva de pensamiento y como una nueva mirada al mundo que asume consideraciones holográficas, que trascienden del pensamiento sistémico. La evolución y nuevos desarrollos tecnológicos han encontrado en el pensamiento bio-inspirado un camino que permite generar un vínculo hacia el estudio más revelador de los fenómenos emergentes sujetos de estudio de la nueva ciencia, es decir, con características caóticas, indeterministas y de dinámicas no-lineales, donde es necesario entrelazar nuevas propuestas, las cuales no se hallan siempre en lo evidente, sino en el salto hacia nuevas e inesperadas ideas.

La teoría de la expansión del universo revela que las distancias entre las galaxias es la que se expande, mientras que las propias galaxias se mantienen unidas fuertemente por la gravedad. Análogamente, consideramos que los seres humanos, divididos en grupos sociales (o galaxias) están incrementando la brecha entre sí, producto de la disrupción digital, pues el acceso y uso de la misma es desigual. El devenir de las nuevas tecnologías digitales representa un gran reto a la humanidad, pues deberá orientarlas como fuerza gravitatoria que conserve unidos los nodos del entretejido social a fin de que sus interacciones, armonía y relevancia prevalezcan.

Visto desde la óptica de la complejidad de las organizaciones y su vinculación con las ciencias de la complejidad, la incorporación del ser humano o el individuo como tal conlleva a que estas sean de un espectro amplio que nos supone la existencia de un principio, así mismo el hecho de tener una noción que nos remite a la idea de totalidad, de unidad, de conjunto que contiene elementos interrelacionados que conforman un sistema complejo y con ello hacer referencia a la complejidad del paradigma sistémico y su relación con el pensamiento crítico de Morin⁴⁷ en la teoría compleja de la organización.

⁴⁷ Morin, Edgar, "Introducción al Pensamiento Complejo", Barcelona: Gedisa, 1994.

Referencias

Aguilar Castro, José, y Leiss, Ernst, *“Introducción a la computación paralela”*, Universidad de Los Andes, Primera edición, Venezuela, https://www.researchgate.net/publication/267367623_Introduccion_a_la_Computacion_Paralela/link/544f-7d6a0cf29473161ce888/download, 2004.

Arévalo Molina, Derkis Enrique, *“Teoría de la Complejidad y las Ciencias Sociales: Instrumentos para Promover Conocimiento”*, <https://www.gestiopolis.com/teorias-de-la-complejidad-y-las-ciencias-sociales-instrumentos-para-promover-conocimiento>, 2020.

Castro García, Oscar, *“La biosemiótica y la biología cognitiva en organismos sin sistema nervioso”*, Departamento de Filosofía, Universidad Autónoma de Barcelona, España, https://www.researchgate.net/publication/266896786_LA_BIOSEMIOTICA_Y_LA_BIOLOGIA_COGNITIVA_EN_ORGANISMOS_SIN_SISTEMA_NERVIOSO, 2011.

Deloitte Consulting S. L. U., *“El impacto de la digitalización en España”*, Informe Final, 2019. <https://www.digitales.es/wp-content/uploads/2019/08/Digitales-Contribucion-a-la-economia-espanola.pdf>, consulta realizada en noviembre de 2021

Figuroa Nazuno, J., Rentería-Agualimpia W. y Bustillo-Hernández, C., *“Arquitecturas computacionales cuánticas”*, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Computación, no. 127, México, <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/8510/1/ARQUITECTURAS%20COMPUTACIONALES%20CUANTICAS.pdf>, consulta realizada el 8 de noviembre de 2021.

Frey, Carl Benedikt, y Michael Osborne, *“The Future of Employment”*, Oxford Martin Programme on Technology and Employment, 2013, <https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/future-of-employment.pdf>, Consulta realizada en noviembre de 2021.

Gleik, James. *Caos “La creación de una ciencia”*, 1987, España

Gómez Cruz, Nelson Alfonso y Maldonado Castañeda, Carlos Eduardo, *“Sistemas Bio-inspirados: Un marco teórico para la ingeniería de sistemas complejos”*, Editorial Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia, 2011, <https://www.urosario.edu.co/Administracion/ur/Investigacion/Centro-de-Estudios-Empresariales-para-la-Perdurabi/LMyS/Documentos/2011---Sistemas-Bioinspirados.pdf>, consulta realizada en noviembre de 2021.

Ibáñez, Jesús, *“Nuevos avances en la investigación social. La investigación social de segundo orden”*, Editorial Anthropos, Suplementos; no. 22, Barcelona, España, <https://www.scribd.com/doc/238882565/Nuevos-Avances-en-La-Investigacion-Social-Jesus-Ibanez-Resena>, 1990.

Lara Rosano, Felipe, *“Organizaciones Complejas”*, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico y Centro de la Complejidad, <https://studylib.es/doc/5179499/1-organizaciones-complejas-dr.-felipe-lara-rosano>, consulta realizada en noviembre de 2021.

Maldonado Castañeda, Carlos Eduardo, *“La extraña naturaleza de la vida: biología cuántica, complejidad, vida, salud”*, Investigaciones en complejidad y salud, no. 9, Editorial Universidad El Bosque, Colombia, https://www.researchgate.net/publication/350917463_La_extrana_naturaleza_de_la_vida_biologia_cuantica_complejidad_vida_salud, 2021.

Maldonado Castañeda, Carlos Eduardo, *“Marco Teórico del trabajo en ciencias de la complejidad y siete tesis sobre complejidad”*. Revista Colombiana de filosofía, Vol 4 núm. 9, 2003, Colombia. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41400904>. Consultada en noviembre de 2021.

Maldonado Castañeda, Carlos Eduardo y Gómez Cruz, Nelson Alfonso, *“El mundo de las ciencias de la complejidad, una investigación sobre que son su desarrollo y su posibilidades”*, Editorial Universidad El Rosario, Colombia, 2021, <https://www.urosario.edu.co/Administracion/ur/Investigacion/Centro-de-Estudios-Empresariales-para-la-Perdurabi/LMyS/Documentos/El-Mundo-de-las-Ciencias-de-la-Complejidad.pdf>, consultado en noviembre de 2021

Maldonado Castañeda, Carlos Eduardo, *“Complejidad de los Sistemas Sociales: Un Reto para las Ciencias Sociales”*, Cinta Moebio, Chile, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10114334001>, 2009.

Maldonado, Carlos Eduardo, *“Ciencias de la Complejidad: Ciencias de los Cambios Súbitos”*, Odeon, número 002, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, 2004 – 2005. <https://www.redalyc.org/pdf/532/53200205.pdf>, consulta realizada en octubre de 2021.

Mandelbrot, Benoit, *“La geometría fractal de la naturaleza”*, Tusquets Editores, España, 1997, <https://ia802704.us.archive.org/4/items/pdfy-IAHD8SOkMGrTE8g6/138416567-Mandelbrot-Benoit-La-Geometria-Fractal-de-La-Naturaleza.pdf>, consultado en noviembre de 2021.

Maturana, Humberto, *“La democracia es una obra de arte”*, Cooperativa editorial MAGISTERIO, 1994. https://des-juj.infed.edu.ar/sitio/educacion-emocional-2019/upload/Maturana_Humberto_-_La_Democracia_Es_Una_Obra_De_Arte_1.pdf, consulta realizada en octubre de 2021.

Morin, Edgar, *“Introducción al Pensamiento Complejo”*, Barcelona: Gedisa, 1994.

Munné, Frederic, *“La Teoría del Caos y la Psicología Social. Un nuevo enfoque epistemológico para el comportamiento social”*, En I. Fernández Jiménez y M.F. Martínez (comp.): *Epistemología y procesos psicosociales básicos*. Sevilla: Eudema, <https://www.redalyc.org/pdf/727/72719205.pdf>, 1993,

Molina, Silvia, *“La investigación de segundo orden en ciencias sociales y su potencial predictivo: el caso del proyecto de Identidad y tolerancia”*, *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, Universidad Nacional Autónoma de México, vol. XLIV, núm. 183, www.revistas.unam.mx/index.php/rmcpys/article/view/48344, consulta realizada el 15 de noviembre de 2021.

Oppenheimer, Andrés, *“¡Sálvese quien pueda! El futuro del trabajo en la era de la Automatización.”* Primera edición, Ciudad de México: Penguin Random House Group Editorial, 2018. <https://corladancash.com/wp-content/uploads/ebooks/salvese.pdf>, consultas realizadas en octubre y noviembre de 2021.

Osorio García, Sergio Néstor, *“El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: fenómenos emergentes de una nueva racionalidad”*, *Revista Facultad de ciencias económicas: Investigación y reflexión*, Vol 20 número 1, 2012. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-68052012000100016&script=sci_abstract&tlng=es, consulta realizada en noviembre de 2021.

Penrose, Roger, *“La nueva mente del emperador”*, Traducido por José Javier García Sanz. México: Editoriales Grijalbo y Mondadori, 1996. <https://www.cs.buap.mx/~jitalo/libros/lanueva.pdf>, consulta realizada en noviembre de 2021.

Real Academia Española, *“Diccionario de la Lengua Española”*, Medio físico digital en propiedad del autor, <https://dle.rae.es/soberano>, noviembre de 2021.

Reynoso, Carlos, *“Hacia la complejidad por la vía de las redes, nuevas lecciones epistemológicas”*, Ciudad de México, México, núm. 28, 2008, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2008000300004, consultada en noviembre de 2021.

Rodríguez Zoya, Leonardo y Aguirre, Julio Leonidas, *“Teorías de la Complejidad y Ciencias Sociales. Nuevas Estrategias Epistemológicas y Metodológicas”*, EMUI, Euro Mediterranean University Institute / Universidad Complutense de Madrid. Revista Nomads. Mediterranean Perspectives, Madrid, 2011, <https://www.redalyc.org/pdf/181/18120143010.pdf>, consulta realizada en noviembre de 2021.

Ruiz Ballesteros, Esteban y Solana Ruiz, José Luis, *“Complejidad y Ciencias Sociales”* Universidad Internacional de Andalucía, España, 2013. https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/3620/2013_complejidad_978-84-7993-231-2.pdf

Sotolongo, Pedro, *“Complejidad, no linealidad y redes distribuidas”*, Revista COMPLEXUS Complejidad Ciencia y Estética, Santiago de Chile, Vol 3, número 1, 2007, <http://www.sintesys.cl/assets/complexus7.pdf>, consultada en marzo de 2022.

Los textos publicados son responsabilidad de los autores.

Copyright © 2021. Los derechos son de los autores. René Estuardo Alvarado González, Carlos Enrique Monroy, Nora Christhel Argueta Cardona y Ollie Dannilu Romero Bueso



Los textos están protegidos por una licencia [Creative Commons 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) Usted es libre de compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material, siempre que cumpla con la condición de atribución, debe reconocer el crédito de la obra de manera adecuada.

El manuscrito es de acceso abierto