

HACIA LA PEDAGOGÍA DE LA COMPLEJIDAD

Mauro Montealegre Cárdenas

mmonteval@usco.edu.co

Jasmidt Vera Cuenca

jasmidt.vera@usco.edu.co

Maestría en Estudios Interdisciplinarios de la Complejidad, Universidad Surcolombiana, Neiva

Recepción: 04-05-22

Aceptación: 21-05-22

Resumen

Ante las tendencias en Colombia de los aprendizajes desarticulados, fraccionados y descontextualizados, La Maestría en Estudios Interdisciplinarios de la Universidad Surcolombiana reconoce contextos para la comunidad docente con enfoques modo complejo reconociendo ambientes emotivos, la comprensión, transdisciplinariedad, currículos no lineales y evaluación autoorganizativa; el accionar pedagógico cercano a la cotidianidad opera como sistema autopoietico interdefinido entre ecopedagogía, comunicación abductiva, imaginación artística, ciencias como sistemas adaptativos complejos y las matemáticas creativas cercanas a la vida. Se dinamizan procesos metacognitivos con modelizaciones en la solución de problemas.

Palabras clave: Ecopedagogía, matemáticas creativas, razonamientos abductivos, currículos no lineales.

Abstrac

Given the trend in Colombia of disjointed, fragmented and decontextualized learning, the Master's Degree in Interdisciplinary Studies of the Surcolombiana University recognizes contexts for the teaching community with complex mode approaches recognizing emotional environments, understanding, transdisciplinarity, non-linear curricula and self-organizing evaluation; in which the pedagogical action close to everyday life operates as an interdefined autopoietic system between ecopedagogy, abductive communication, artistic imagination, sciences as complex adaptive systems and creative mathematics close to life. Metacognitive processes are stimulated with modeling in problem solving.

Keywords: Ecopedagogy, creative mathematics, abductive reasoning, non-linear curricula.

Introducción

Se percibe en todos los niveles del sistema educativo Colombiano la práctica generalizada de formación para lo conocido a través de disciplinas fragmentadas con métodos reduccionistas, descontextualizados y poco pertinentes; es deseable el abordaje educativo transdisciplinario desde el paradigma de la complejidad para el rescate de soluciones críticas a los problemas metacognitivos en el borde del caos.

En esta dirección, partir de las construcciones generadoras del paradigma de la complejidad que tratamos de seguir, sintetizamos el asunto de las didácticas de la complejidad con el propósito de proponer caminos de apertura para estos procesos pedagógicos.

La complejidad desde la Teoría de la información de Wiener (1985) y Shannon y Weaver (1949) es conocida como

la complejidad organizada que categoriza un nuevo tipo de problemas de la ciencia contemporánea distinguiéndolos de los problemas abordados por los modelos mecánicos de la física clásica.

La complejidad de los sistemas autoorganizados de Ashby (1956) corresponde a los sistemas abiertos descritos por L.V. Bertalanffy (1972) y a la entropía creciente de los sistemas disipativos lejos del equilibrio de Ilya Prigogine (1998). En particular, la autoorganización en el contexto de los procesos cognoscitivos los sintetiza Maturana y Varela (1999) como sistemas autopoieticos.

El Pensamiento Complejizado es propuesto en El Método por Edgar Morin (1994) a través de bucles recursivos entre degradación y construcción, dispersión y concentración con visión Holo gramática, que es explícito en la propuesta de los siete saberes de la educación del futuro (Morin, 2005).

La cibernética de segundo orden, conocida como complejidad restringida y descrita en Las Semillas de la Cibernética por Foerster (2006), como máquinas no-triviales de Neumann (1958) y también propuesta por Bateson en Pasos hacia la ecología de la mente (1998), en el límite crítico del borde del caos, entre el orden desorden, también modelizado por P. Bak (1996).

El paradigma de la Complejidad aborda los problemas como procesos cambiantes desde los principios irreductibilidad, irreversibilidad, incertezas en bucles entre orden y desorden, eco-organización, interacciones entre estados singular y regular, simultaneidad entre conocimientos locales y globales, entre aprendizajes emocionales y racionales; resulta antagónico con respecto a la "Ciencia Clásica" de la racionalidad de Kuhn (1971), al método de falsación de I. Lakatos (1971) y al reduccionismo determinística fundamentado en los axiomas de identidad, no contradicción y tercero excluido.

1. Complejidad Educativa

Porque se tiende a creer en la existencia de verdades absolutas, aunque vivimos tiempos dinámicos complejos que se nutren de la incertidumbre, normalmente hemos sido formados a partir de un enfoque mecanicista-positivista y creemos que podemos alcanzar el orden y el control de los procesos pedagógicos en los que nos involucramos. Los retos para una educación desde la complejidad suponen asumir posturas abiertas, creativas e innovadoras como aprendizaje laberíntico propuesto por Colom (2002), metafóricos relacionados entre la diferenciación e integración en Piaget y Garcia (1982) y aprendizajes autopoieticos (Maturana y Vare-

la, 1999). Pues desde el paradigma de la complejidad, el fenómeno educativo emocional, flexible y basado en la indagación de lo desconocido o como lo propone Morin en los principios de la educación del futuro: El error y la ilusión, conocimiento pertinente, dimensión humana, individuo – sociedad – especie, identidad terrenal, conciencia de los riesgos y la comprensión.

Eduardo Maldonado propone formar seres humanos autónomos y libres complejizando la educación (2014), porque desde este abordaje rompe con los conceptos tradicionales de adquisición de conocimiento, enseñanza, aprendizaje, autoridad, disciplina, asignaturas, currículo, programas y evaluación. Por supuesto, también se cuestiona y deconstruye la organización escolar que le daba forma material a todas esas concepciones, (Davis y Sumara, 2006), pues las oportunidades y los ambientes de aprendizaje son más enriquecedores fuera de los contextos del aula. En particular, la metáfora del caos permite ser más diferente que la diferencia; soporta la creatividad más allá del patrimonio de los artistas; construye redes complejas involucrando emergencias recreativas, lúdicas y gamificaciones con necesarios márgenes de libertad, conectados o reconectados.

Los procesos educativos desde la complejidad privilegian la inteligencia emocional para la comprensión y la autoestima; reconociendo inestabilidades, aberturas, indeterminaciones, irregularidades, coevoluciones, verdad y poder (Foucault, 1987); emergencia de estructuras autonómicas como "rizomas" o "fractales" (Deleuze y Guattari, 1991); desequilibrios afectados por rupturas y fluctuaciones (Piaget y Vygotsky, 1982), que se reconocen en las (De)construcciones (Derrida, 1995). Son las organizaciones de Capra (2003) de la educación para la vida con dualidades irresolutas: sujeto y objeto autopoieticos (Maturana y Varela, 1999), lengua y habla (Badilla, 2009), flexibilidad y plasticidad cognitiva (Piaget, 1982), juegos entre emociones y razones (Bateson, 1979), aleatoriedad y certeza (Shannon y Weaver, 1949) regularidad y catástrofes (Thom, 1983).

En síntesis, complejidad explora la no linealmente en $x_{(n+1)}=a([x_n]^2+1)$ y con comportamientos de enjambres para aprendizajes cooperativos que reconocen la creatividad a cualquier nivel, no es jerárquica e involucra simultáneamente experiencias teórico prácticas vinculadas en currículos flexibles, basados en proyectos que movilicen la solución de problemas. Basta explorar la propuesta de Dewey (2013) a partir del razonamiento abductivo modelado por Pierce (2008).

La educación axiológicamente desarrolla conciencia en libertad en contextos abiertos y autoorganizados (Kauffman, 2000), porque en el borde del caos las certezas

de la complejidad reconocen simbólicamente las incertezas en un mundo aleatorio, así que las organizaciones transitan entre orden y desorden en acciones liberadoras (Freire, 1994).

2. Redes Curriculares Complejas y Evaluación

Eleonora Badilla (2009) propone Diseño curricular de la integración a la complejidad, afirma que en nuestros países latinoamericanos la mayoría de los currículos, programas y planes de estudio, desde el preescolar hasta el universitario, están organizados en disciplinas separadas y materias divididas y desconectadas, centrados tan solo en hechos y datos; resalta que al contrario, John Dewey en Westbrook propone la integración entre la teoría y la práctica con la perspectiva de un nuevo paradigma emergente en educación; para evolucionar de esquemas fragmentados y divididos en materias y disciplinas hacia una concepción más orgánica, comprensiva y holista, con tareas propias de la investigación acción, solución de problemas y sus modelizaciones.

Si se quiere superar los modelos racionalistas del sistema educativo ante la sociedad emocional, global, singular, abierta, cambiante y contingente debemos descartar la hipótesis de la linealidad en los procesos escolares. Por este motivo es perentorio considerar en la construcción curricular los principios necesarios para el desarrollo del pensamiento complejo tales como: lo sistémico, lo cibernético, lo dialógico, la recursividad y lo Holo gramático. Así un programa o plan de estudios como un holograma tendremos que verlo integrado, sintético, interrelacionado y en diversas perspectivas (Rosnay, 2011).

La ciencia de las redes, según Carlos Reynoso (2011), "es la ciencia del mundo complejo que a la vez es pequeño, que en particular permiten operar con las rupturas de las linealidades de los currículos, en las que se tratan sus unidades dinámicas e interacciones constituidas por los métodos que se organizan con vértices y las aristas de un grafo, que permite pasar de los procesos individuales en procesos colectivos". Es un enfoque meramente topológico que hace posible obtener representaciones extremadamente sencillas de fenómenos complejos. La pertinencia curricular se reconoce como organizaciones del mundo pequeño y libres de escala, características inherentes de sistemas curriculares complejos.

De la misma manera, evaluación desde la perspectiva de la complejidad se describe desde cuatro dimensiones: a) La apertura a la incertidumbre, en un marco autopoietico, dirección interna que hace posible la participación en la construcción de saberes, desarrollo de

intereses, habilidades y competencias b) La aprensión de la realidad, para colocar cualquier información en sus contextos c) La valoración del error, es un viaje por consiguiente lo que vale es la flexibilidad en el camino y complejidad de la meta d) A través de interrogantes guiados por la motivación y estilos de aprendizaje. Así resulta la evaluación como procesos estratégicos que se retroalimentan entre interacciones y retracciones, que inclusive pueden llevar a resultados imprevistos. (Luhmann, 1990)

3. Complejidad del aprendizaje: Ecopedagogía-Ciencia-Arte

Desde el punto de vista Sistémico y Cibernético, los aprendizajes son procesos recursivos que transforman modelos comportamentales y promueven la cognición hacia la metacognición: De la construcción de estructuras, las construcciones intersubjetivas de las zonas de desarrollo próximo de Lev Vygotsky y hacia el aprendizaje por descubrimiento que se autorregula por lo volitivo, afectivo, autorreferencial (Bruner, 1971). Los aprendizajes se caracterizan por sus emergencias: promueven preguntas no triviales; siguen caminos imprevistos no lineales y estratégicos; surgen entre desequilibrios cognitivos; son simbólicos e interactúan en la diversidad cultural.

Los aprendizajes mediados por la pedagogía de la complejidad son considerados como nichos ecológicos de diálogo, saberes con valor para el cambio (Llinás, 2018), que tradicionalmente han oscilado entre el control y el caos (Fullan, 2002); son aprendizajes para la vida; para formar ciudadanos reflexivos, críticos, autónomos capaces de pensar y decidir por sí mismos; para transformar individuos capaces de vivir en auténticas sociedades democráticas, meta que se puede alcanzar ejercitando un pensamiento filosófico a nivel infantil (Lipman, 2001). Este pensamiento crítico se materializa en la autocorrección, sensibilidad por el contexto, afectivo, creativo e imaginativo.

Los aprendizajes resultan significativos (Ausubel et al., 1978), cuando los estudiantes desarrollan habilidades para la metacognición. La metacognición es vista como un elemento esencial pues facilita el establecimiento de metas, selección de estrategias y la evaluación de los logros. La gestión de la metacognición a través de la estrategia de la resolución de problemas no depende de la posesión de un gran bagaje de conocimiento, sino en juegos de roles con diversas estrategias, inteligencia cooperativa, creatividad por asombro, libertad y autonomía.

Se pueden establecer claramente tres principios relacio-

nados con los aprendizajes: es un proceso constructivo y no receptivo, construye el proceso cognitivo llamado metacognición, y son mediados por los factores sociales y contextuales. Es el devenir en espiral de Heráclito, la complementariedad-sintagma-Heissenber; el abordaje caológico-cosmología de Ilya Prigogine. Se trata de contribuir comunidades de aprendizajes, hetero aprendizajes como las denomina Gregory Bateson, esto es en espacios de preguntas para superar problemas no triviales e incentivar el aprender haciendo y aprender del error.

4. Transdisciplinariedad

En este contexto, Jean Piaget (1996) describe de transdisciplinariedad como interacciones y reciprocidades que ubican vínculos dentro de un sistema total y sin fronteras estables entre las disciplinas. Presentó los siguientes tres axiomas de la metodología de la transdisciplinariedad: axioma ontológico, existen en la naturaleza y en nuestro conocimiento de la naturaleza diferentes niveles de realidad y percepción; axioma lógico, el paso de un nivel de realidad a otro es asegurado por la lógica del tercero incluido; axioma de la complejidad, la estructura de la totalidad de niveles de percepción es una estructura compleja.

La multidisciplinariedad y la interdisciplinariedad sobrepasan las disciplinas, pero su meta sigue manteniéndose dentro del marco de la investigación disciplinaria. La interdisciplinariedad tiene incluso la capacidad de generar nuevas disciplinas como la cosmología cuántica y la teoría del caos. La Transdisciplinariedad concierne a aquello que está entre las disciplinas, a través de las diferentes disciplinas y más allá de toda disciplina. Su meta es la comprensión del mundo presente, la solución de problemas, para el cual uno de sus imperativos es la unidad del conocimiento. Como puede verse, no hay oposición entre disciplinariedad (incluyendo multidisciplinariedad e interdisciplinariedad) y transdisciplinariedad, sino una fértil complementariedad. Nicolescu Bassarad, en su obra Manifiesto de la transdisciplinariedad publicada en el 2002 presenta el enfoque de la Teoría de la complejidad con índole transdisciplinario y condicionada al diálogo de saberes; desarrolla un lenguaje actualizado aún más que las teorías estructuralistas de Jean Piaget.

5. Vida y Matemáticas creativas

Los procesos de transformación educativa no se abordan aisladamente y como lo señala Capra (2003), deben ser abordados mediante interdependencia entre el ser humano y su entorno. Por lo tanto, esta dinámica social se puede entender desde un lenguaje de red en la que interactúan diversos sistemas. En esta comunicación

permanente, los saberes y cotidianidad, las sociedades construyen estos procesos (Wiener, 1985) en bucles retroactivos (Morin, 2005) y organizaciones autopoiéticas (Maturana y Varela, 1999), sistemas abiertos autocontrolados por el lenguaje y a su vez son la base biológica del entendimiento humano.

El pensamiento complejo trasciende en su modo de interrogación cuestionándose por la posibilidad de "el conocimiento del conocimiento" que emerge como patrones en las interacciones de sistemas adaptativos complejos descritos por Murray Gell Mann (2000) y John H. Holland (1995) que articulan el pensamiento matemático, los conocimientos experimentos reales o virtuales de ciencias naturales, vivencias de las ciencias sociales y pensamiento computacional, que orientados hacia la transformación social posibilitan espacios de diálogo entre saberes, valores y acción. Constituyen un marco para sustentar la educación hacia los principios de la sostenibilidad y actuar en relación con los problemas ambientales.

La didáctica modo complejo de las ciencias dirigidas a conformar modelos orgánicos de enseñanza que permitan superar las dificultades que se vienen presentando en el ámbito escolar con el aprendizaje clásico de las ciencias (Campanario y Moya, 1999). Un caso relevante lo constituye la educación ambiental, es un asunto emergente que debe involucrar en la escuela desde el nivel básico hasta el nivel superior, con la finalidad de incidir en una cultura orientada a su sostenibilidad. El paradigma de la complejidad suministra nuevas perspectivas y conocimientos en cómo los seres vivos se autoorganizan, evolucionan y se adaptan como resultado de procesos de cooperación e interacciones mutuas; representa un reto y una revolución intelectual que está transformando nuestra comprensión de la vida, sus estructuras y funciones.

En la construcción de universos diferentes desde las ciencias, desde las artes o desde el sentido común, Daniel Goleman, filósofo de la Universidad de Harvard y cofundador del Proyecto Cero, escribió un libro sobre Las Inteligencias Múltiples (Gardner, 1998) mediadas; la Inteligencia emocional investigada por Daniel Goleman (1998). A este respecto, la teoría de los sistemas adaptativos de estructuras de disipativos transita entre fronteras comunes y borrosas entre las ciencias humanas y ciencias naturales de I. Prigogine y H. Maturana y la relevancia de intereses emocionales transdisciplinarias entre, a través y más allá de las disciplinas se sobreponen al mito que a nivel escolar separa las denominadas "ciencias duras con la ciencias o competencias blandas".

Así interviene la educación a través del arte y el sentido común (Vasco, 1990), que posibilita un camino para la pacificación del hombre y sirve de modelo de la relación resonante que contienen al mismo tiempo los principios de la metáfora orden y desorden. (Deleuze & Guattari, 1991) definen el pensamiento en sus tres grandes formas: la Ciencia, el Arte y la Filosofía como maneras diferentes de afrontar el Caos, lo Infinito y lo Indiscernible.

También metodológicamente, las ciencias de la complejidad comprenden el empleo recurrente del modelado matemático y el pensamiento computacional para tratar nuevos problemas relacionados con el comportamiento caótico, propiedades emergentes y la dinámica no lineal, mediados por contextos simbólicos (Chomsky, 1989). Por ello resaltamos los procesos semióticos en la comprensión de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, pues incluso la biología que tradicionalmente ha sido de lo menos matemático dentro de lo que se considera ciencia auténtica, ha alcanzado una mayor consideración en este sentido en la medida en que ha profundizado mucho más en las estructuras de procesamiento de la información que se dan en torno a la molécula de ADN. Las matemáticas en su forma más pura se encuentran en la base de la genética, de las teorías sobre la evolución y del significado de estar vivo y de ser humano" (Stewart y Golubitsky, 1995).

El inicio de la investigación sobre aprendizajes es siempre la abducción, es la hipótesis la que indica qué experimentos hay que hacer, adónde hay que mirar (Godino, 2003; Pierce, 2008). El razonamiento, propio del pensamiento infantil, orienta las didácticas transdisciplinarias y desarrolla la intuición en matemáticas y ciencias (Fischbein, 1987); los razonamientos inductivos, heurísticos y deductivos son derivas naturales de este proceso (Tall, 1996).

Mauro Montealegre (2013) presenta un desarrollo de las Matemáticas para la creatividad desde el enfoque de la solución de problemas y modelizaciones elementales; métodos y sistemas dinámicos cercanos a su cotidianidad, para favorecer la transformación metacognitiva fortaleciendo los dominios en la matemática escolar; articulando los sistemas matemáticos con sus procesos y contextos que deben integrarse a la vida de nuestros estudiantes en cuanto a: la dinámica del conteo, la dinámica de la exploración espacial, la dinámica de la estimación, la dinámica variacional, la dinámica del azar; para a través de la inserción en situaciones problemáticas favorecer las preguntas no triviales que motiven la solución de problemas, retos y modelizaciones (Montealegre y Vera, 2022).

6. Conclusiones

La educación corresponde a procesos autoorganizativos en estados de criticalidad lejos del equilibrio, en el borde del caos, del cual emergen cambios conscientes de estructuras autónomas que privilegian la inteligencia emocional para la comprensión y autoestima.

Desde el paradigma de la complejidad se gestionan aprendizajes cooperativos a partir de interrogantes no triviales, relevantes por el asombro e inestabilidades cognitivas como viajes inciertos a lo desconocido; así se retroalimenta del error y la ilusión, interactivos entre teoría y práctica, por consiguiente, significativos para intereses, competencias y habilidades.

Corresponde a currículos flexibles, estructurados no linealmente y que favorezcan el riesgo de solucionar problemas; son orgánicos, que son pertinentes si están en una red compleja del mundo pequeño, socialmente interconectados e interdependientes.

El ejercicio de la abducción y semiótica son condiciones para la metacognición que ocurre en la solución creativa a problemas que sorprenden a las nuevas generaciones, cuyo fin es transformar aprendizajes en empoderamientos; para lo cual la estrategia de los modelamientos matemáticos construye acercamientos transdisciplinarios entre las artes, las ciencias, las gamificaciones y el sentido común.

Los problemas transdisciplinarios emergen de las estructuras disipativas que se adaptan lejos del equilibrio para sostener la vida, en la que las fronteras procesos antrópicos y naturales son indistinguibles. Así que los saberes que surgen son sincrónicamente multidimensionales: cognitivos, sociales, biológicos, ecológicos. La experimentación computacional permite visualizar en tiempo real los cambios de patrones lejos del equilibrio.

Referencias

- Ashby, W. R. (1956). *An Introduction to Cybernetics*. In London: Chapman & Hall Ltd.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View*.
- Badilla Saxe, E. (2009). DISEÑO CURRICULAR: DE LA INTEGRACIÓN A LA COMPLEJIDAD. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas En Educación."* <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44713058019>
- Bak, P. (1996). *How Nature Works: The Science of Self-Organized Copernicus*. www.natureworks.com
- Bassarab, N. (2002). *Manifiesto de la Interdisciplinarietà*.
- Bateson, G. (1979). *Heteroaprendizajes, espíritu y naturaleza*. Palo Alto.
- Bertalanfly, L. (1972). *General Systems Theory*. Ervin Lazslo, New York.

- Bruner, J. S. (1971). *Aprendizaje por experiencia directa*. Advancement of Science.
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Buenos Aires.
- Capra, F. (2003). *La trama de la vida*. Editorial Anagrama, Barcelona.
- Chomsky, N. (1989). *El conocimiento del lenguaje, su naturaleza*. Madrid, Alianza.
- Colom, A. J. (2002). *La (de) construcción del conocimiento pedagógico: nuevas perspectivas en teoría de la educación*. Barcelona: Paidós.
- Davis, B. y Sumara, D. (2006). *Complexity and Education Inquiries Into Learning, Teaching, and Research (1st Editio)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203764015>
- Deleuze, G. y Guattari, F. (1991). *¿Qué es la filosofía?* Miruil, Paris.
- Derrida, J. (1995). *El lenguaje y las instituciones filosóficas*. 1–78. papers3://publication/uuid/B96905AB-F056-44B3-9F43-56E00109764F
- Dewey, J. (2013). *The Child and the curriculum*. University of.
- Fischbein, E. (1987). *Intuition in science and mathematic*. Dordrecht Reidel.
- Foerster, H. Von. (2006). *Las semillas de la cibernética*. Barcelona: Gedisa.
- Foucault, M. (1987). *Saber-poder*. Paidos Buenos Aires.
- Freire, P. (1994). *Pedagogía del oprimido*. In Ed. Siglo XXI;
- Fullan, M. (2002). *Las fuerzas del cambio*. Akal, Madrid.
- Gardner, H. (1998). *Inteligencias Múltiples*. Barcelona: Paidós.
- Gell-Mann, M. (2000). *El quark y el jaguar*. Tusquets Editores.
- Godino, J. (2003). *Teoría de las funciones semióticas*. U. de Granada.
- Goleman, D. (1998). *La práctica de la inteligencia emocional*. Editorial Kairós. S.A.
- Holland, J. L. (1995). *Order, How adaptation builds complexity*. Addison-Wesley, 185. <https://doi.org/10.1177/027046769701700420>
- Jean, P. y Vigotsky, L. (1982). *Biología y conocimiento*. Academia
- Kauffman, S. (2000). *Investigations*. Oxford University Press.
- Kuhn, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. FCE, México.
- Lakato, I. (1971). *Historia de las Ciencias y reconstrucciones racionales*. Boston Studies in the Philosophy of Science.
- Lipman, M. (2001). *Pensamiento complejo y Educación*. De La Torre, Madrid.
- Llinás, R. (2018). *El cerebro, el mito y yo*. Peregrino Ediciones.
- Luhmann, N. (1990). *Sociedad y sistema: la ambición de la teoría* (U. A. de Barcelona (ed.)).
- Maldonado, C. E. (2014). *¿Qué es eso de pedagogía y educación en complejidad?* Debate Teórico-Metodológico, 1, 1–23. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-49642014000100002&lng=es&tlng=es
- Maturana, H. y Varela, F. (1999). *El Árbol del Conocimiento. Las bases biológicas del entendimiento humano*.
- Montealegre, M. (2013). *Matemáticas para la creatividad del I al V*.
- Montealegre, M. y Vera, J. (2022). *Modelamiento de Sistemas Complejos*. U. Surcolombiana.
- Morin, E. (1994). *El método III: el conocimiento del conocimiento*. Madrid, España: Cátedra.
- Morin, E. (2005). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO, 122.
- Neumann, J. Von. (1958). *The Computer and the Brain*. Yale University Press.
- Piaget, J. y García, R. (1982). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. 252. http://books.google.com/books?id=OP_46cTPf8MC&pgis=1
- Piaget, J. y Vygotski, L. (1996). *Biología y conocimiento*. Academia.
- Pierce, C. (2008). *Pragmatismo*. Ediciones Encuentros, Madrid.
- Prigogine, I. (1998). *El fin de las certidumbres*, Andrés Bello. Andrés Bello.
- Reynoso, C. (2011). *Redes sociales y complejidad (SB)*. Universidad de Buenos Aires.
- Rosnay, J. (2011). *From Complexity and Systems Theory*. World Futures.
- Shannon, C. E. y Weaver, W. (1949). *The Theory of Mathematical Communication*. International Business, 131. https://pure.mpg.de/rest/items/item_2383164_3/component/file_2383163/content
- Stewart, I. y Golubitsky, M. (1995). *¿Es Dios un geómetra? las simetrías de la naturaleza*. Barcelona: Crítica.
- Tall, D. (1996). *Advanced Mathematical Thinking*. Computer. Education Warwick.
- Thom, R. (1983). *Mathematical models of morphogenesis*. Ellis Horwood.
- Vasco, C. (1990). *Artes, Ciencias y Sentido Común*. Bogotá.
- Wiener, N. (1985). *Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas*. 610.