

Sistemas fractales como posibilidad para refundar/resignificar sistemas etnoeducativos en Colombia

Fractal systems as a possibility for the reestablishment/resignification of ethno-educational systems in Colombia

Alexander Martínez-Suárez 
Jorge Eliécer Rivera-Franco 
Universidad Católica de Manizales, Manizales, Colombia

Resumen

Objetivo: Presentar los sistemas fractales como camino para abordar en profundidad el tejido micro y macro del sistema etnoeducativo, alcanzando comprensiones holísticas, de sus redes semánticas o urdimbres esenciales. **Método:** El camino se construyó paulatinamente, haciendo realidad el trayecto hologramático desde la perspectiva de la complejidad. Se trabaja en un momento de exploración/reflexión/profundización y ampliación. Se propone una metodología basada en proyectos/trayectos que se derivan del dialogo frente al problema en profundidad y se argumenta desde la complejidad. Se hace lectura de la educación, los fractales, la complejidad y los sistemas etnoeducativos, con base en la reconfiguración de redes semánticas. Se proponen entramados, relaciones, que superan la reducción y la parcelación a través de la transdisciplinariedad. Basado en un ejercicio de síntesis, relación, dialogicidad, desde las matemáticas de la complejidad. **Discusión y Conclusiones:** El trayecto hologramático presenta la posibilidad de religarlos componentes de los sistemas etnoeducativos, a través de características fractales, así como la relevancia del pronóstico de su impacto.

Palabras clave: Auto-organización, auto-similitud, complejidad, etnoeducación, fractal, holograma, refundación.

Abstract

Objective: To introduce fractal systems as a way to address the ethno-educational system's micro and macro networks, achieving a holistic understanding of its semantic networks or essential warps. **Method:** The path was gradually built up, making the hologramatic journey a reality from the complexity perspective. Phases involve exploration, reflection, deepening, and broadening. A methodology based on projects and journeys derived from the dialog as regards the problem in depth, argued from the complexity. The education, the fractals, the complexity, and the ethno-educational systems are analyzed, based on the reconfiguration of semantic networks. Relationships and networks are suggested, exceeding reduction and segmentation through transdisciplinarity, based on an exercise involving summaries, relation, and dialogicity from the mathematics of complexity. **Discussion y Conclusion:** The hologramatic journey opens up the possibility of binding the components of the ethno-educational systems through fractal characteristics, as well as the relevance of its impact projection.

Keywords: Self-organization, self-similarity, complexity, ethno-education, fractal, hologram, reestablishment.

Open Access:

ISSN: 0124-2121
E-ISSN: 2665-2420

ARTÍCULO RESULTADO DE
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
Copyright © 2020
By Educación y Humanismo

Editor:
Patricia Martínez Barrios
Universidad Simón Bolívar

Correspondencia:
Alexander Martínez
alexander.martinez@ucm.edu.co

Recibido: 18-10-2019
Aceptado: 17-12-2019
En línea desde: 20-04-2020

DOI:
10.17081/eduhum.22.
38.3679

Introducción

La educación como sistema complejo/dinámico/caótico, en equilibrio inestable y fluido, con una gran variedad de enfoques y miradas que convergen en relaciones fluidas desde diversos elementos que la componen, requiere de cambios profundos desde sus estructuras micro y macro, y de las metodologías en que se realizan las investigaciones. Blanco (2018) al respecto plantea “una educación que niega la posibilidad de que el conocimiento trascienda entre cada una de esas disciplinas evolucionando a un conocimiento capaz de dialogar entre la diversidad, que evolucione a la comprensión de la realidad vista desde diferentes puntos de vista, tejiendo conexiones que abarquen el todo y las partes, que acabe con la causalidad lineal y niegue la totalidad del conocimiento” (p. 13). En otras palabras, una propuesta educativa que recupere la creatividad, la curiosidad, que forme ciudadanos, que integre y contextualice los conocimientos y humanice bajo la diversidad.

Como todo sistema complejo, la educación requiere de una comprensión hologramática que permita profundizar y refundar desde sus bases y sus elementos, las interconexiones y miradas de sus enfoques epistémicos y sus prácticas educativas, una visión universal, hologramática e intercultural (Morin, 2006, p. 92).

La propuesta de profundizar y reconstruir la mirada de la educación actual, nos lleva al estudio desde un pensamiento sistémico/relacionante y auto organizador, para ello se propone el estudio de sistemas educativos desde la mirada de las ciencias de la complejidad, como son los sistemas fractales.

Los fractales se desarrollaron inicialmente por el físico polaco Benoit Mandelbrot en 1975. Mandelbrot (1977) en su texto expresa: “Pienso que la difusión de la teoría del caos y la geometría fractal en las ciencias sociales es esencial para nuestra futura evolución, tal como el arte de contar fue esencial en los orígenes de nuestra cultura.” (p. 15). Inicialmente Mandelbrot fundamenta su teoría fractal en la capacidad de describirla complejidad del mundo natural.

Numerosas investigaciones dan cuenta de los alcances y aportes que los fractales han permitido en la comprensión de los sistemas, de la cual la analítica lineal no lograba vislumbrar, Al-Majdalawi (2005) frente a los fractales, señaló que “Su lenguaje se permeó a campos increíblemente diversos de las ciencias naturales y sociales, y ha hecho de las matemáticas un instrumento novedoso para las artes” (p.5). Bajo estos postulados, se presenta la propuesta de comprender los sistemas etnoeducativos en sus componentes y relaciones, mediante las matemáticas de la complejidad (fractales).

Los sistemas fractales se conocen como sistemas dinámicos y constituyen la esencia de sistemas en red. Capra (1996) los presenta como “las nuevas matemáticas, unas

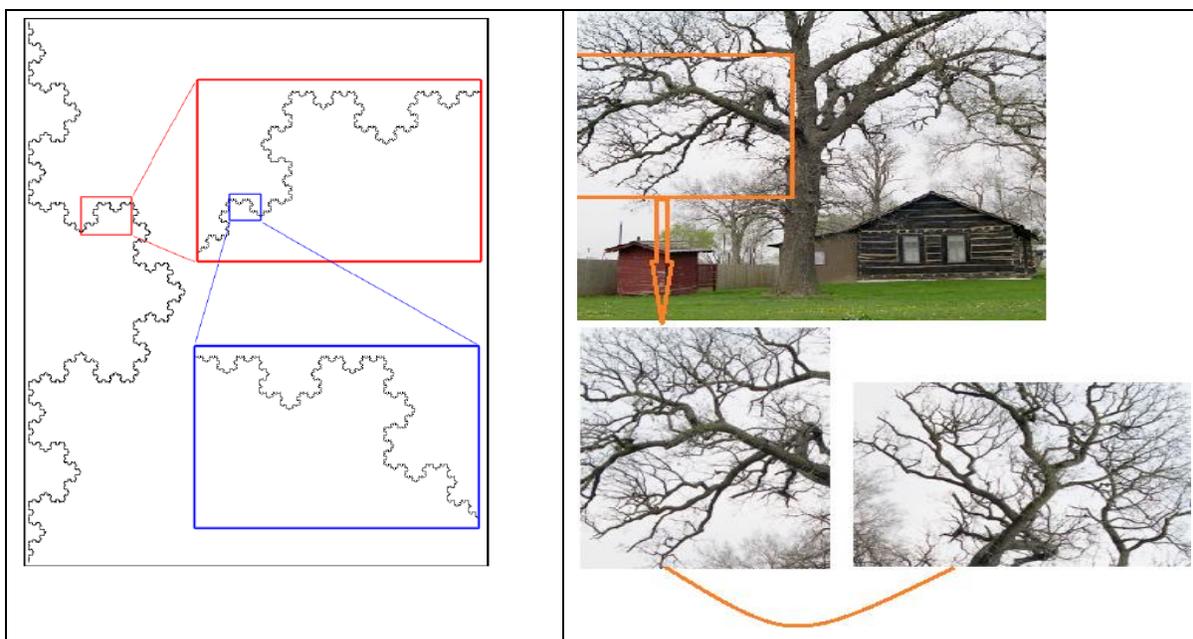
matemáticas de relaciones y patrones. Son cualitativas más que cuantitativas y, por lo tanto, encarnan el cambio de énfasis característico del pensamiento sistémico: de objetos a relaciones, de cantidad a cualidad, de sustancia a patrón” (p. 130). De ahí su auge en diferentes ciencias, debido a que permitieron observar que la formación de un cuerpo-sistema no necesita de un modelo con muchas ecuaciones, o algoritmos avanzados, o de un mecanismo muy elaborado; en su mayoría los sistemas complejos se conforman de patrones sencillos y relaciones con características muy particulares.

El desarrollo de estas matemáticas, también llamadas matemáticas de la complejidad, han tenido un impacto muy relevante en las ciencias, debido a su amplia aplicación en fenómenos no lineales, al igual que la esencia del caos (Lorenz, 1993); son matemáticas que permiten descubrir comportamientos en los sistemas complejos. Como tal, han sido elementos relevantes en diversas ciencias e investigaciones.

Los fractales se forman a partir de patrones o estructuras relacionantes muy sencillas en su inicio y que se repiten a diferentes escalas. Presentan características muy específicas, como la autosimilitud, la autoorganización, sus bucles relacionantes y los patrones de retroalimentación. Para Capra (1996):

La propiedad más sorprendente de estas formas «fractales» es que sus patrones característicos se encuentran repetidamente en escalas descendentes, de modo que sus partes, en cualquier escala, son semejantes en forma al conjunto. Mandelbrot (1977) ilustra esta característica de «autosemejanza» cortando un trozo de coliflor y señalando que, en sí mismo, el trozo parece una pequeña coliflor (p.154).

Figura 1: Al-Majdalawi: Matemáticas de la vida cotidiana. Curso 2005/2006



Fuente: tomado de Al-Majdalawi (2005).

Propiedades como la autosemejanza (recursividad), la autoorganización, los patrones de interconectividad, y la retroalimentación, característicos de los fractales, permite comprender y refundar las organizaciones sociales desde lo micro a lo macro y viceversa; reconstruir los sistemas sociales, en torno a las relaciones de los elementos que los conforman, profundizando en la autonomía, la autopoiesis del sistema, y en su emergencia y evolución.

Se abre así una mirada desde la sistémica, la analítica, las ciencias de la complejidad, y por supuesto desde los fractales, al abordaje del problema de fondo: la refundación de los sistemas etnoeducativos a partir de sus religajes, de los sus bucles relacionantes con sus componentes, que no son más que las comunidades que lo conforman. Comprender/reconstruir y refundar desde una mirada fractal con sus propiedades fundamentales, los sistemas etnoeducativos, permite que los componentes, en este caso las comunidades étnicas, logren una pertinente realidad cultural y un reconocimiento de sus identidades.

La etnoeducación se implementó desde 1993, lo cierto es que hay muchos aspectos sobre los que trabajar, como plantean [Caro, Romero y Romero \(2016\)](#), la etnoeducación y la cátedra de estudios afrocolombianos “están llamadas a contribuir decisivamente en la reconstrucción de la identidad y la historia de las comunidades afrocolombianas” (p. 26). Además, plantean estos autores que la no implementación de la etnoeducación, los deja en un plano vulnerable en relación con sus derechos adquiridos constitucionales, y son claros en afirmar la urgente necesidad de promover y reformar procesos de construcción y de reconstrucción de las identidades, de los espacios de convivencia, y como tal un planteamiento real de procesos pedagógicos de la cátedra y la etnoeducación.

El estudio de la etnoeducación, desde interdisciplinariedad, promueve miradas abiertas y científicas, lo que genera debates pedagógicos y la inserción de nuevos, investigadores, investigaciones e instituciones interesadas en abordar una educación pertinente a las tradiciones, vidas e identidades de las comunidades afrocolombianas.

Método

Para esta investigación el método se abarca desde las ciencias de la complejidad, desde las intrínsecas relaciones epistemológicas, lógicas y procedimentales en el problema de estudio; lleva implícito influencias paradigmáticas e influencias del contexto sociocultural en el que se enmarca una investigación.

Es importante destacar las críticas frente a los métodos tradicionales de hacer investigación, en parte porque alimentan la propuesta desde la perspectiva compleja y dan peso a las metodologías que nacen o se crean a partir del método complejo. Para [Cardona \(2019\)](#), en su reflexión frente al texto de [Luengo \(2017\)](#), al desarrollar el tema:

Método y metodologías, expresa que los métodos posibilitan, favorecen o privilegian ciertas maneras de conocer la realidad social, y, al mismo tiempo, restringen, limitan o subestiman otros procedimientos. De ahí que la mirada desde la perspectiva compleja, sea la alternativa de conocer en profundidad los problemas, permitiendo comprensiones abiertas y no sesgadas. Sustentado en el pensar complejo, como estrategia que permite crear, pensar, reflexionar, relacionar y dialogar como sujeto inmerso.

Con relación a lo anterior, [Cardona \(2019\)](#) señala "Con razón, Morín, gran maestro de la complejidad -y a criterio del sujeto actor / autor de esta obra-, es quien, una vez más, alerta sobre la necesidad del pensamiento complejo para comprender los problemas radicales de la sociedad- mundo, que, en esencia, son aquellos que el nuevo paradigma convoca transdisciplinariedad del conocimiento humano" (p. 35).

Es importante resaltar que la investigación científica, desde el paradigma de la complejidad, metodológicamente no tiene algo definido, nada preestablecido; el método es una estrategia no programática, que se va construyendo a partir del problema ([González, 2017](#)). Pero hay que aclarar que se deben evidenciar los principios de la complejidad que enmarcan la investigación: retroactividad, recursividad, apertura y evolución, autonomía relativa, un trayecto hologramático.

Partiendo de estos argumentos se proponen trayectos/proyectos reflexionados en el pensar complejo y argumentados desde investigaciones alrededor del método de la complejidad. El trayecto/proyecto 1: El pensar complejo. En este trayecto se vislumbra el pensar complejo como camino de investigación. El trayecto/proyecto 2: Sistemas fractales. En este trayecto se argumenta desde las matemáticas de la complejidad, la comprensión de fenómenos sociales, científicos y demás. En el trayecto/proyecto 3: Etnoeducación: se describe la situación problema de interés y se presenta una relación dialógica entre los trayectos anteriores como posibilidad de solución ante las situaciones planteadas.

Desarrollo y Discusión

El asunto de la pervivencia y conservación de identidades de las culturas ancestrales y su integración a los procesos de la etnoeducación es tema de abordaje desde una perspectiva relacionante/sistémica/compleja.

Trayecto/proyecto uno: Pensar complejo, sistemas complejos.

Pensar los problemas profundos como sistemas complejos, requiere por parte del investigador, una nueva mirada o una mirada no sesgada, para [Najmanovich \(2008\)](#), es cambiar nuestro pensamiento cartesiano y salir del método científico en que nos formaron, como una única forma de hacer investigación. Los sistemas complejos se caracterizan por la diversidad, pluralidad, el caos, la multiplicidad, factores que están siempre presentes

dentro del sistema. Al respecto, "El Nobel de economía Hebert Simon (1969) expresa complejo un sistema compuesto por un gran número de partes que interactúan en modo no simple" (Citado por [Medina y Ortega, 2006, p.219](#)).

De ahí, que investigadores muy relevantes como Ilya Prigogine, Premio Nobel y profesor físico químico plantee

Asistimos al surgimiento de una nueva ciencia que ya no se limita a situaciones simplificadas, idealizadas, más nos instala frente a la complejidad del mundo real, una ciencia que permite que la creatividad humana se vivencie como la expresión singular de un rasgo fundamental común en todos los niveles de la naturaleza. ([Prigogine, 1997, p. 13](#)).

Además, "Baadi & Politi expresan, la complejidad de un fenómeno o sistema es directamente proporcional a los grados de libertad del sistema, de tal suerte que a mayores grados de libertad mayor complejidad e inversamente a menores grados de libertad, menor complejidad." (Citado por [Maldonado, 2014, p. 82](#)).

La propuesta se sustenta en el fracaso de limitar las ciencias humanas a unos supuestos de ortodoxia, una creencia tenida por cierta y verdadera del conocimiento, que en la actualidad no tiene columna ni para las ciencias exactas. Sobre este tema se expresa [Caro \(2002\)](#): "El reduccionismo que ha caracterizado tradicionalmente la ciencia occidental; se asiste en la actualidad al surgimiento de una nueva episteme científico que pone el énfasis en la totalidad y no en los componentes simples de los fenómenos" (p.7).

Dentro de esta dinámica, la complejidad está adquiriendo fuerza por sus vínculos relacionantes, por el pensamiento sistémico e integrador. Contrario al pensamiento mecánico, que como expresa [Najmanovich \(2001\)](#), "no puede haber cambio cualitativo ni por tanto novedad, las mismas causas producen siempre los mismos efectos, y un pequeño incremento de un estímulo implica una respuesta aumentada en la misma proporción" (p.5).

Para [Collins \(1994\)](#), "Todo se puede desmoronar si nos negamos a aceptar las interpretaciones convencionales" (p. 290). Es urgente repensar cambios frente a la investigación, el pensamiento mecánico ha conllevado a concebir los sistemas como estructuras cerradas y linealizadas. [Najmanovich \(2008\)](#) manifiesta que "Son lentos los pasos en torno a investigar bajo la complejidad, pero se ha iniciado a salir del yugo del hechizo metódico, atreviéndonos a navegar en los mares de la incertidumbre y la creatividad" (p. 82).

Ante esto, [Maldonado \(2015\)](#) plantea que

Los sistemas complejos, son sistemas abiertos, y ello al mismo tiempo implica y exige de parte del investigador y estudioso de esta clase de sistemas una disposición abierta, una apertura mental en toda la línea. Desde luego que existen

sistemas cerrados, y también sistemas aislados; por lo menos metodológicamente hablando. Pero no es sobre ellos los que se concentra ni sobre los que actúan o definen a la complejidad. (Cardona, 2019, p. 141).

Aunque no hay definición formal de complejidad, de lo contrario estaríamos parcelando su significado, Morin (2001) manifiesta que esta no puede resumirse o encasillarse en una definición, una palabra o idea simple. Otro autor resalta:

Lo que conocemos como ciencias de la complejidad no es, en realidad, sino una manera genérica para designar aquel conjunto de fenómenos, comportamientos y sistemas que no cabe explicar apelando ya únicamente a criterios tradicionales como causalidad, con base en la filosofía del reduccionismo, separando al sujeto del objeto. (Maldonado, 2011, p. 21).

Para Rodríguez y Aguirre (2011) citado por Soler (2017), "La complejidad puede entenderse, por lo tanto, como un paradigma científico emergente que involucra un nuevo modo de hacer y entender la ciencia" (p. 2). Cardona (2019) frente al pensamiento complejo señala, "el pensamiento complejo no ha sido opción para la investigación y generación de conocimiento... en cambio, las ciencias de la complejidad, son las nuevas ciencias... trabajan con problemas... ciencias de la síntesis" (p. 17). Y dentro de estos problemas, se encuentran los sistemas educativos, con trazos muy complejos y con diferentes actores de diversos contextos. Lo cual requiere de una disposición abierta y sistémica para lograr abordar los distintos momentos y relaciones que se plasman dentro del espacio educativo, sin limitar o castrar, dados los objetivos del investigador.

En gran parte, la investigación tradicional ha tenido su fuente de formación arraigada por años de tradición y enseñada como única forma de investigar, ante esto Najmanovich, plantea

La universidad y las asociaciones profesionales fueron construidas para producir "conocimientos sólidos", "saberes absolutos", y para hacerlo, tomaron la forma de los colectivos rígidos, jerárquicos, con formas asimétricas de relación, que constituyen hoy un obstáculo para la producción de sentido que haga lugar a lo híbrido, lo fluido y complejo. (Najmanovich, 2005, p. 25).

La posibilidad de refundar a los sistemas educativos permite emerger nuevas formas de generación de conocimientos. Entramar el espacio educativo como sistema complejo, permite y da la posibilidad de interconectar componentes y traslapar conocimientos, y así mismo visibilizar estructuras rígidas aún vigentes. Investigaciones a finales del siglo XX, han fortalecido la complejidad gracias a las múltiples pesquisas en diferentes campos, que lograron volcar apreciaciones del conocimiento cartesiano y mecánico.

Maldonado plantea algunas de las investigaciones desarrolladas desde las décadas de los setenta y ochenta, que cuestionan las apreciaciones sobre los métodos tradicionales de la ciencia clásica, por ejemplo, "La construcción de teorías nuevas, de los que la mecánica cuántica y la teoría microscópica son ejemplos brillantes" (Prigogine, 1983, p.188).

Investigaciones como las realizadas por [Von-Foerster \(1960\)](#), físico y cibernético, quien fue uno de los principales investigadores en dar fuerza a la teoría de auto-organización, con su frase célebre: "orden desde el ruido", desarrolla un patrón cualitativo de auto-organización para sistemas vivos. De ahí, muchas investigaciones enfocaron sus estudios sobre distintos sistemas. En Bélgica, el premio Nobel Ilya Prigogine descubrió que cuando un sistema se aleja del equilibrio alcanza un punto crítico de inestabilidad, del caos Prigogine observó un patrón hexagonal muy ordenado; su estudio se basó en las células de Bénard, que producto del caos, aparece un patrón de célula en forma de colmena.

En Alemania, Hermann Haken descubría algo muy similar sobre la autoorganización y la no linealidad;

La teoría de Haken deja claro que, si bien el láser precisa de un energético bombeo desde el exterior para permanecer en un estado lejos del equilibrio, la coordinación de emisiones es producida por la propia luz láser; se trata pues de un proceso de autoorganización (Citado por [Capra, 1996, p. 109](#)).

En Inglaterra James Lovelock (1992), químico atmosférico, descubre un hermoso proceso natural de la tierra. Su hipótesis Gaia, plantea los ciclos vitales de la tierra como sistema autoorganizado. Existe toda una corriente ecológico-filosófica que ve al planeta entero como un sistema complejo, un súper-organismo ([Lewin, 1996](#)) llamado Gaia. "Lovelock, pudo concluir que todos los organismos vivos tomen materia y energía, y expulsen desechos, es la característica de vida más general que podía encontrar" ([Capra, 1996, p.118](#)). Su hipótesis permitió conocer la compleja red de bucles de retroalimentación del planeta ([Thompson, 1989](#)).

En Chile, [Maturana y Varela \(2003\)](#) plantean y realizan una descripción muy crucial sobre la autoorganización de los sistemas, en su concepto de autopoiesis, lo definen como un modelo de organización general y habitual en todos los sistemas vivos.

Desde muchas partes del mundo, la ciencia clásica reinante y operante estaba presentando la inconsistencia de su forma única de ver la naturaleza, como sistema lineal y determinístico. Estos estudios, hacían parte de una red compleja, interdependiente y no lineal, que las matemáticas de la época no eran capaces de modelar. Lo que dio impulso a la formulación de unas nuevas matemáticas, más conocidas como sistemas dinámicos o matemáticas de la complejidad, que se fortalecieron gracias al avance científico en temas de programación y computación.

Como ramas de estas teorías matemáticas, encontramos la teoría del caos y los sistemas dinámicos, fractales. Que como ya se había expresado, encarnan el pensamiento sistémico por encima del analítico, se basan en los patrones, en los bucles de retroalimentación, en la autoorganización y autosimilitud; lo que ha permitido develar patrones cualitativos, características comportamentales en los sistemas complejos. "Desde el punto de vista sistémico, la comprensión de la vida empieza con la comprensión del

patrón” (Capra, 1996, p.98).

Trayecto/proyecto dos: Sistemas Fractales

La comprensión del patrón y su importancia dentro de los sistemas, incorpora los sistemas fractales, de ahí parte su conformación, un patrón, una secuencia que se autoorganiza y va adquiriendo niveles más altos de complejidad. Maldonado (2015) expresa “Mientras el mundo no exhiba complejidad o los sistemas de control muy diversos – rígido, piramidal, distribuido, paralelo o difuso –aún sean posibles, aún no será el tiempo o el momento de la complejidad” (p.321).

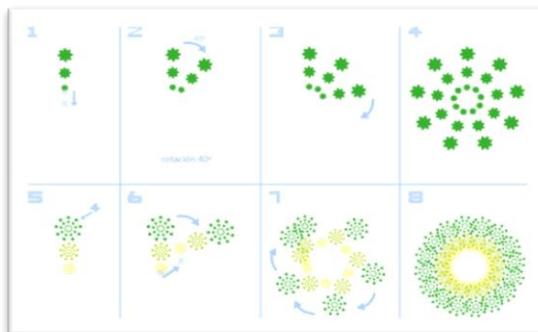
Los sistemas fractales, son sistemas dinámicos, son construcciones geométricas que se forman inicialmente de patrones repetitivos. Esos sistemas se organizan de tal forma que hacen emerger estructuras con alto grado de complejidad. Para algunos autores, los fractales modelan las formas en que se manifiesta la naturaleza.

Ejemplos muy particulares de fractales en la naturaleza son: la estructura interna de las hojas, la forma en que crece un arbusto, los relámpagos, la raíz de un árbol, nuestro sistema nervioso, la red neuronal, los sistemas solares con la estructura de los átomos.

Como se había mencionado, Mandelbrot acuñó en 1975 el término fractal para denotar una geometría nueva de la naturaleza, por medio de la cual, de manera diferente a la muy refinada geometría euclidiana, es posible cuantificar muchas formas rugosas, escabrosas, y que las formas espaciales fractales se repiten a sí mismas geoméricamente a través de muchas escalas, por lo que es posible decir que un objeto fractal posee la propiedad de auto-similaridad o escala de invarianza (Dyck, 2006).

Por su parte, Gálvez, Valankin y Resenos (2009) definen un fractal, “En términos sencillos, un fractal es una estructura que está compuesta por pequeñas partes, las cuales son parecidas a la figura original, que se repite en diferentes escalas, desde grandes (macro) hasta pequeñas (micro).”(p.44). (Ver figura1):

Figura 2: Conformación de un Fractal.



Fuente: elaboración propia a partir de Mireiamn (2019).

Una característica muy importante de los fractales, hace referencia a la autoorganización que realizan, que conforme se asciende en la jerarquía de la estructura, las funciones que se agregan a cada unidad de organización mantienen la estructura fractal.

Otra característica muy particular de los fractales es la autosimilitud, y se caracteriza por la presencia de «simetrías» invariantes bajo contracción o expansión, es decir, se observa una invarianza del patrón a baja y alta escala del fractal. Lo que permite deducir, que cada unidad es un fractal, es decir, un fractal es parte de un fractal de mayor complejidad, estas dos características nos permiten justificar la propuesta de estudio de los sistemas etnoeducativos a partir de los sistemas fractales.

La autosimilitud permite que los subsistemas desde lo micro a macro mantengan las relaciones, propiedades, metas y logros del sistema general, característica muy esencial para la evolución de los sistemas. Ahora la autoorganización, promueve que las relaciones y los bucles de alimentación, formen estructuras más complejas a medida que se formen más relaciones entre los componentes. Para [Holbrook \(2003\)](#), así como los sistemas vivos, las organizaciones aumentan su complejidad con las adaptaciones al nivel más alto con nuevas estructuras.

Otra característica por destacar en los fractales, es que funcionan como sistemas autopoieticos, en lo que respecta a este tipo de organización, [Maturana y Varela \(2003\)](#) definen autopoiesis como la organización de lo vivo, pero luego observan que se pueden presentar en muchos dominios de diferente orden:

Las células son sistemas autopoieticos de primer orden en tanto que ellas existen como sistemas autopoieticos moleculares, y los organismos somos sistemas autopoieticos de segundo orden en tanto que somos sistemas autopoieticos como agregados moleculares. Sin duda es posible hablar de sistemas autopoieticos de tercer orden al considerar el caso de una colmena, o de la colonia o de la familia, o del sistema social, como la clase particular de sistema que cada uno de estos sistemas es. ([Maturana y Varela, 2003, p. 18](#)).

Continuando con [Maturana y Varela \(2003\)](#), estos autores aclaran que los sistemas sociales son autopoieticos de tercer orden, por las relaciones entre los organismos, más no por los componentes. Otro autor, [Luhmann \(1998\)](#) expresa que no es una propiedad única de sistemas biológicos o físicos, y lo define como una capacidad universal para producir estados propios. Característica de los sistemas fractales.

En 1992, el profesor Warnecke desarrolló el concepto de Compañía Fractal, y en su texto que tiene el mismo nombre *The Fractal Company*, plantea "Las características esenciales de los fractales son la autoorganización, autooptimización y dinámica. Entonces, también una fábrica debe ser vista como un organismo vivo" ([Warnecke, 1993, p. IX](#)). El concepto de compañía fractal, da valor a lo holístico y humano, a las relaciones, al tejido que se forma en los componentes, importante para un sistema complejo. En [Warnecke](#)

(1993) "Estamos orgullosos de nuestra tecnología y organizaciones, pero hemos descuidado o no hemos podido apreciar lo suficiente el factor humano como agente de estas potenciales. Esto nos ha llevado a tratar a las empresas como objetos estériles" (p. 137).

Los sistemas fractales son útiles para comprender las estructuras de los sistemas dinámicos y sus procesos, para lograr lo sistémico y las explicaciones de mayor racionalidad y comprensión, en los procesos internos y externos. Estos planteamientos refuerzan la propuesta de comprender la educación, como un sistema de interconexión fractal, para profundizar y comprender desde lo social y cultural las interconexiones entre los componentes en el sistema etnoeducativo, que resultan del pensar y refundar los planteamientos teóricos de los sistemas.

Son diversos los campos en los que los fractales han incursionado. Por ejemplo, en la Arqueología, [Rodríguez, Alonso, y Velázquez \(1995\)](#) "proponen un modelo de evolución de sistemas en los que sus elementos se articulan mediante relaciones que implican intercambio de información... el resultado es un sistema que se autoorganiza llegando a un estado crítico, una red de relaciones que presenta la estructura fractal" (p. 13).

En la Arquitectura, [Iturriaga y Jovanovich \(2012\)](#), "presentan una relación entre la geometría fractal y el diseño arquitectónico de una manera informativa, sin detalles matemáticos más que los puntos esenciales, necesarios para su entendimiento y correcta interpretación" (p.5). Exhiben el manifiesto de la convivencia del arte con los fractales y el vínculo directo entre los mismos.

En Psicología Social,

Se describen los antecedentes, conceptos básicos y aplicaciones de la teoría de fractales de Mandelbrot en Psicología y Psicología Social. A partir de esto se analiza qué elementos de esta teoría son útiles para el estudio de la interacción social, sugiriéndose una forma en que esto puede hacerse ([Pestana, 1999, p.1](#)).

En la Administración, [Gálvez, Balankin y Resenos \(2009\)](#), analizan la aplicación de los fractales en la administración de organizaciones y, "demuestra que estos aspectos tienen características coincidentes que favorecen su integración para explicar las aplicaciones del enfoque fractal en la administración" (p. 104).

Como se evidencia, el enfoque de la complejidad y los sistemas fractales se van constituyendo cada día más, en una opción válida para abordar los problemas de las ciencias sociales y sus campos de estudio, entre ellos el de la Educación. Para este estudio, se especifica sobre los sistemas etnoeducativos y sus componentes, que terminan siendo las comunidades étnicas, establecer los vínculos identitarios que los componen dentro del sistema etnoeducativo, hace reflexionar en una interacción de sistemas fractales que se juntas para conformar un nuevo fractal.

Trayecto/proyecto tres: Sistemas Etnoeducativos

La concepción desde un pensamiento sistémico de los modelos sociales emergentes, la misma naturaleza cambiante, dinámica y evolutiva del tejido social, que en su esencia evidencia caos, complejidad y desequilibrio permanente, conllevan a desechar concepciones lineales y determinísticas para abordar los fenómenos sociales.

Los sistemas sociales son inestables, multiculturales y cambiantes, exigen ser pensados como un sistema complejo, con recursividad, retroactividad, hologramas, emergentes y por supuesto, donde la incertidumbre y la transdisciplinariedad tomen forma para el abordaje de sus fenómenos. En síntesis, para que lo complejo y lo fractal se hagan realidad.

Para [Romero y Caro \(2018\)](#) "La Educación Multicultural es pues la educación de todos los aspectos que están relacionados con la convivencia en una sociedad multicultural, en la que el intercambio y la comunicación son piezas fundamentales en todo el proceso de educación" (p.40).

La Ley General de Educación de 1994, en el capítulo 3 artículo 55 especifica "la Etnoeducación se ofrece a grupos o comunidades que integra la nacionalidad y que poseen una cultura, una lengua, unas tradiciones y unos fueros propios y autóctonos" ([Congreso de Colombia, 1994](#)). Para [Aguilar \(2017\)](#) "la etnoeducación, hay que iniciar por definirla como una opción válida donde se beneficien no solo las minorías, en este caso: indígenas, afrocolombianos y gitanos, sino que es un derecho que pertenece a todo grupo humano" (p. 52).

Continuando con [Aguilar \(2017\)](#), este autor plantea que, desde los derechos colectivos, "la etnoeducación se ratifique como el derecho a que la historia y la cultura de toda etnia sean valoradas como fuente de conocimiento, como medio de creación de pensamiento y sabiduría, y, por lo tanto, como instrumento apto para educar a quienes se identifican con estos valores u optan por los mismos" (p. 53).

En [Jiménez \(2012\)](#) se concluye que "la etnoeducación es un mecanismo contundente para el rescate y la consolidación del legado etnocultural. Asimismo, la etnoeducación está directamente relacionada con los procesos de participación ciudadana y el desarrollo socioeconómico de las poblaciones étnicas." (p.138). Para otros autores, como [Mosquera y Oviedo \(1999\)](#) la etnoeducación es "el proceso de investigación, enseñanza, socialización y enaltecimiento, a través del sistema escolar, de los valores de la identidad étnica nacional" (Citado por [Caro, Romero y Romero, 2016, p.87](#)).

De acuerdo con las estadísticas del Censo del Departamento Administrativo Nacional de Estadística ([DANE, 2018](#)), la población étnica aumento en un 36,8% del año 2005 al 2018, por tal razón, ahondar sobre sus componentes formativos es tarea fundamental. Colombia como país pluriétnico y multilingüe, con 63 lenguas y 13 familias lingüística ([Arango y](#)

Sánchez, 2004), necesita de propuestas inclusivas y miradas relacionantes entre los subsistemas que componen la educación.

El carácter complejo de las dinámicas y procesos sociales sustentado por Young y Harris (1991), señala que los límites de los eventos sociales no pueden identificarse con precisión, ya que se encuentran permeados por distintas instancias de lo social, cuyos patrones varían de acuerdo a la escala de observación que se emplee para el estudio de sus dinámicas.

El aumento de programas universitarios de etnoeducación, así como el ingreso de estudiantes indígenas, gitanos, afrocolombianos y raizales a la educación superior, requiere de un replanteamiento pedagógico y educativo, una reestructuración y una refundación de teorías, currículos, prácticas, visiones y misiones de las instituciones. Por lo tanto, es necesario un currículo que permita una educación intercultural, que respete la diversidad (Rodríguez, 2017, p. 427).

La propuesta del enfoque fractal en el estudio de la etnoeducación permite observarla como un sistema fractal, con bucles, relaciones, entramados, con características como la autosimilitud y llegando a niveles de complejidad y autoorganización entre la cultura de sus integrantes, lo que permite la reestructuración a partir de esos lazos sociales, de la historia, vida, territorio y cultura de sus componentes. Lo cual, permite repensar y reconstruir lazos entre las comunidades que hacen parte del sistema etnoeducativo, relaciones entre los actores y la etnoeducación, observar si existen patrones identitarios que se manifiesten de lo micro a lo macro. Es claro que algunas comunidades pueden tener determinados avances en torno a lo que respecta a autosimilitud, sin tener en cuenta la teoría, pero existe grandes posibilidades que varias comunidades y/o regiones de Colombia no presenten los mismos avances, sea por falta de investigación, de conocimiento, de integración dentro de las políticas educativas, sería interesante revisar el papel de las mujeres dentro de las esferas formativas, sus aportes en temas de historia, de vida, de legados y tradiciones, sin son tenidas en cuentas, o aún aspectos patriarcales son los que priman en el desarrollo de la etnoeducación.

Aplicación del Sistema Fractal en Sistemas Etnoeducativos.

La investigación presenta la forma de comprender y repensar el tejido entre los sistemas sociales complejos, como sistemas fractales, para el estudio, los sistemas sociales con los sistemas etnoeducativos. Estos sistemas, por espacio, tiempo, territorio, cultura y educación, se conectan, se entrelazan, sus componentes se traslapan. Por lo tanto, la propuesta de los sistemas fractales es interdisciplinaria y da la posibilidad para estudiar la autoorganización, la autosimilitud, los bucles relacionantes de sistema resultante, la etnoeducación.

Si las escuelas tradicionales se organizan como sistemas fractales, los sistemas pueden emerger como sistemas autopoieticos, autoorganizados.

Para [Mendoza \(2010\)](#) en su artículo sobre la etnoeducación en los pueblos indígenas, pudo demostrar los avances en temas de pensamiento pedagógico, interculturalidad y compromiso sociocultural de los maestros en sus comunidades, y resalta que estos procesos están influenciados por sus legados ancestrales. Además, comprueba que los procesos etnoeducativos autónomos responden a su identidad étnica, desde una dinámica de la interculturalidad, bilingüismo, aportando generación de conocimientos a nivel nacional y local.

La investigación permite repensar al sistema etnoeducativo como un sistema fractal, producto del encuentro cultural y social. El mostrar si los diferentes saberes no científicos, están en relación sistémica, da la posibilidad a la etnoeducación de refundarse como un sistema complejo que evoluciona y que permite mediante la interacción como sistema abierto, que se autoorganiza con patrones relacionantes, y mantiene el principio hologramático, vinculante y relacionante de sus componentes, lograr la evolución del sistema. Que para estas comunidades que han sufrido desde épocas pasadas, por su color, su cultura, su territorio, su cosmovisión, es mantener su identidad, cultura y tradiciones, su memoria colectiva de esos sucesos del pasado que han sido significativos individual y colectivamente ([Archila, 2004, p. 15](#)).

Refundar y reedificar permite relevar su condición, minimiza los estereotipos a los que han sido sometidos, quitar el ciño que la cultura occidental ha impregnado al largo de los años. “Se les quitó su nombre, su historia, su cultura, su dignidad, el derecho a ser personas y se le ciñó a negro, sinónimo de animal, esclavizado y subordinado” ([Mosquera, 2000, 11](#)).

El estudiar en profundidad los problemas de las comunidades que hacen parte de los sistemas etnoeducativos, en torno a los procesos pedagógicos, la pervivencia de sus tradiciones, de sus identidades, de su cultura, los legados ancestrales, así como de sus redes de conocimiento y sus relaciones con las políticas educativas, pensadas desde el enfoque fractal, permite refundar/reconstruir y comprender la memoria histórica de sus tradiciones y costumbres milenarias. Además, permite ganar espacio de debate en torno a los procesos pedagógicos, “la educación tendrá que reinventarse en la manera de motivar, formar y hacer” ([Morin, 1999, p.18](#)).

Conclusiones

Es relevante que la síntesis, el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad conlleven a ver la interacción de forma no lineal, inclusiva desde sus orígenes, que promueva habilidades y relaciones ante los cambios, que conciba la educación como un sistema de participación abierta, accesible y de conocimiento de políticas y saberes en todos sus elementos, de esto depende la conformación en red compleja, que se autoorganiza y es autosimilar.

La teoría de los fractales argumenta de manera muy compleja los movimientos dinámicos que permiten la autoreproducción a escala de los elementos que integran un sistema, otorgando a los mismos los atributos. De esta manera, los sistemas micro y macro encuentran viabilidad, sostenibilidad y sustentabilidad a través del espacio y el tiempo. Además, están en relación directa con la complejidad y con el enfoque de la transdisciplinariedad, constituye un camino válido y pertinente para abordar, comprender y generar propuestas transformadoras para el sistema educativo, a partir del conocimiento de lo que pasa con sus elementos constitutivos, de su dinámica vital y del religaje de estos a nivel interno y externo y en los contextos micro y macro.

El sistema etnoeducativo requiere mayor fuerza y fundamento desde la academia y la investigación educativa; requiere más integralidad y recuperación de elementos ancestrales que aún no se tejen a su esencia y su dinámica vital. Como lo expresa Taylor (1993) citado en Aguilar (2017) "el colonialismo europeo debe anularse para dar a los pueblos que hoy denominan de tercer mundo, la oportunidad de ser ellos mismos, sin obstáculos" (p.13).

La investigación aborda el religaje cultural, desde el tejido entre sistema social y sistema etnoeducativo en contextos étnicos, se autoorganiza desde una mirada sistémica, que otorga mayor profundidad educativa y pedagógica a la etnoeducación. Sirva la siguiente reflexión de Ackoff (2004) "el desempeño de un sistema depende más de la manera en que interactúan sus partes que de la manera en que actúan independientemente cada una de ellas" (Citado por Nieto, 2013, p. 19).

Referencias

- Al-Majdalawi, A. (2005). *Fractales. Curso Matemáticas en la vida cotidiana*. Curso 2005/06. Recuperado de [https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_05_06/io2/public_html/images/curiosidades/Trabajo%20Fractales%20\(Amir%202006\).pdf](https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_05_06/io2/public_html/images/curiosidades/Trabajo%20Fractales%20(Amir%202006).pdf)
- Aguilar, C. (2017). *Representaciones femeninas e interculturales en Gobiernos escolares*. Barranquilla, Colombia: Ediciones Universidad Simón Bolívar. Recuperado de <https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/2206>
- Arango, R y Sánchez, E. (2004). *Los pueblos indígenas de Colombia en el umbral del nuevo milenio*. Bogotá, Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- Archila, M. (2004). La Historia hoy: ¿Memoria o pasado silenciado? *Historia y sociedad*, (10), 15-33. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/hys>
- Blanco, M. (2018). La evaluación bajo el enfoque del pensamiento complejo, visión

- transformadora de la educación. En: M. Blanco Salas, G. Miranda Herrera, F. Vallejo García, J. Leyva Sánchez, D. Gallego Quiceno, C. Correa de Molina, D. Rodríguez Correa, & M. Camacho Celis (Comps.). *La evaluación y el aprendizaje: Una mirada holística* (pp. 11-28). Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar.
- Capra, F. (1996). *La Trama de la Vida*. Barcelona, España: Editorial Anagrama.
- Cardona, S. (2019). *Humanismos emergentes tejiendo gestión educativa territorial en perspectiva compleja y transdisciplinar* (Tesis Posdoctoral). Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.
- Caro, A. (2002). El paradigma de la complejidad como salida de la crisis de la posmodernidad. *Discurso: revista internacional de semiótica y teoría literaria*, (16-17), 1-14. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=977277>
- Caro, L., Romero, D. y Romero L. (2016). *La problemática de la Identidad, la Historia y la Etnoeducación en los Afroatlanticenses*. Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar. Recuperado de <https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/1122>
- Collins, R. (1994). *Cuatro tradiciones sociológicas*. México: UAM-I.
- Congreso de Colombia. (8 de febrero de 1994). Ley General de Educación. [Ley 115 de 1994]. DO: 41.214.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2019). *Población Indígena de Colombia*. Bogotá D. C.: Imprenta Nacional. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/grupos-etnicos/presentacion-grupos-etnicos-2019.pdf>
- Dyck, R. (2006). Fractal planning for integral economic development. *Kybernetes*, 35(7/8): 1037-1047. Doi: <https://doi.org/10.1108/03684920610675076>
- Gálvez, E, Balankin, A y Resenos, E. (2009). Enfoque fractal aplicado en la administración. *Investigación administrativa*, 38(104), 43-56. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-76782009000200043&lng=es&tlng=es.
- González, J. (2017). *Estrategias de indagación científica: El método como estrategia*. Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12442/1142>
- Holbrook, M. (2003). *Adventures in complexity: An essay on dynamic open complex adaptive systems, self-organizing*. USA: University Columbia.
- Iturriaga, R. y Jovanovich, C. (2012). Los fractales y el diseño en las construcciones. *TRIM: revista de investigación multidisciplinar*, (5), 5-19. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4761055>
- Jiménez, M. (2012). La etnoeducación como estrategia de desarrollo social de la parcialidad indígena mokaná de Tubará. *Educación y Humanismo*, 14(22), 138-149. Recuperado

- de <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/educacion/article/view/2253>
- Lewin, R. (1996). All for one, one for all. *New Scientist*. (14), 28-33.
- Lorenz, E. (1993). *La esencia del caos*. Madrid, España: Debate.
- Lovelock, J. (1992). The Evolving Gaia Theory. Tokio, Japan: *Paper presented at the United Nations University*. Recuperado de <http://www.unu.edu/unupress/lecture1.html>.
- Luengo, G. E. (2017). Seminario Métodos Emergentes de investigación en educación. Doctorado en Educación de la Universidad Católica de Manizales. Documento de trabajo.
- Luhmann, N. (1998). *Sistemas sociales*. Barcelona: Anthropos.
- Mandelbrot, B. (1977). *The fractal geometry of nature*. New York: W. H. Freeman.
- Maldonado, C. (2011). *Termodinámica y Complejidad: Una introducción para ciencias sociales y humanas*. Bogotá, Colombia: Ediciones desde abajo.
- Maldonado, C. (2014). ¿Qué es un sistema complejo? *Revista colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 14(29), 71-93. Doi: <https://doi.org/10.18270/rcfc.v14i29.664>
- Maldonado, C. (2015). Pensar la complejidad, pensar como síntesis. *Cinta moebio*, (54), 313-324. Doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-554X2015000300008>
- Maturana, H. y Varela, F. (2003). *De máquinas y seres vivos: autopoiesis, la organización de lo vivo*. Buenos Aires: Editorial Universitaria Lumen.
- Medina, J. y Ortegón E. (2006). *Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL, ILPES.
- Mendoza, C. (2010). La educación indígena ika, kankuama, nasa, wayúu y moka ná fortalecen la interculturalidad en Colombia. *Educación y Humanismo*, 12(19), 148-176. Recuperado de <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/educacion/article/view/2087>
- Morin, E. (1999). *La cabeza bien puesta: Repensar la reforma. Reformar el pensamiento*. Buenos Aires, Argentina: Nueva Visión.
- Morin, E. (2001). *Introducción al Pensamiento Complejo*. Barcelona: Gedisa.
- Morin, E. (2006). *Modelo Educativo. Una aproximación axiológica de transdisciplina y pensamiento complejo*. Hermosillo, México: Multiversidad Mundo Real.
- Mosquera, J. y Oviedo, M. (1999). *La Etnoeducación y los Estudios Afrocolombianos en el PEI, bases conceptuales y metodológicas*. Bogotá: Sigma Editores.
- Mosquera, J. (2000). *Las comunidades negras de Colombia hacia el siglo XXI*. Bogotá: Docentes Editores.
- Najmanovich, D. (2001). Complejidad, Interdisciplina y Psicoanálisis. *Revista de Psicoanálisis*, (8), 1-15. Recuperado de

<https://www.dropbox.com/s/ddeezat725qhm3/Complejidad%2C%20Interdisciplina%20y%20Psicoanalisis.doc?dl=0>

- Najmanovich, D. (2005). La organización en redes de redes y de organizaciones. *FISEC-Estrategias*, (11), 169-206. Recuperado de http://www.cienciared.com.ar/ra/usr/9/693/fisec_estrategias_n11_pp169_206.pdf
- Najmanovich, D. (2008). *Mirar con nuevos ojos: nuevos paradigmas de la ciencia y el pensamiento complejo*. Buenos Aires: Editorial Biblos.
- Nieto, C. (2013). Enfoque sistémico en los procesos de gestión humana. *Revista Esculae Administración de Negocios*, (74), 120-137. Doi: <https://doi.org/10.21158/01208160.n74.2013.740>
- Pestana, J. (1999). Fractalidad y comportamiento psicosocial: Análisis de relaciones posibles. *Comunicación presentada al XXVII Congreso Interamericano de Psicología*. Caracas.
- Prigogine, I. (1983). *El tiempo y el devenir*. Barcelona: Gedisa.
- Prigogine, I. (1997). *El Fin de la Certidumbre*. Santiago de Chile: Andrés Bello.
- Rodríguez, A., Alonso, C., y Velázquez, J. (1995). Fractales para la arqueología: Un nuevo lenguaje". *Trabajos de Prehistoria*, 52(1), 13-24.
- Rodríguez, M. (2017). Currículum, educación y cultura en la formación docente del siglo XXI desde la complejidad. *Educación y Humanismo*, 19(33), 425-440. Doi: <http://dx.doi.org/10.17081/eduhum.19.33.2654>
- Romero, L., y Caro, L. (2018). *Cátedra de estudios Afrocolombianos en el contexto curricular del departamento del Atlántico*. Barranquilla, Colombia: Ediciones Universidad Simón Bolívar. Recuperado de <https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/3839>
- Soler, Y. (2017). Teorías sobre los sistemas complejos. *Administración & Desarrollo*. 47(2), 52-69. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6403420>
- Thompson, W. I. (1989). *Gaia, implicaciones de la nueva biología*. México: Editorial Kairós.
- Von-Foerster, H. (1960). On self-organizing systems and their environments. En: Yovits, M.C. y Cameron, S. (eds). *Self organizing systems*. Oxford: Pergamon Press.
- Young, K. y Harris, O. (1991). *Antropología y feminismo*. Madrid, España: Editorial Cátedra.
- Warnecke, H. J. (1993). *The fractal Company*. Berlin: Springer-Verlag.

Página web consultada:

Web de Mireia Moretó: <http://mmn.cat/2017/01/11/fractales/>