



Diseño de un modelo de educación ambiental basado en la complejidad

- Design of an Environmental Education Model based on Complexity
- Projctando um modelo baseado na complexidade para a educação ambiental

Resumen

Este artículo presenta una reflexión sobre los procesos de formación más comunes de la educación ambiental en la educación superior, con el propósito de proponer un modelo basado en el paradigma de la complejidad, el cual pueda contribuir a superar las prácticas tradicionales y reduccionistas que están incidiendo en la formación de los maestros. Tales prácticas no contribuyen con una comprensión del ambiente de una forma integral, es decir, de manera que tengan en cuenta el diálogo de saberes, la interdisciplinariedad, las cosmovisiones de las comunidades, los asuntos socioculturales, las relaciones sistémicas, así como la construcción de conocimientos científicos. La propuesta presentada se fundamenta en un análisis del estado del arte de publicaciones recientes relacionadas con la educación ambiental y la teoría de la complejidad. Como resultado, se propone un modelo de educación ambiental para la formación de maestros basado en tres principios: la no linealidad, la complementariedad y el principio de incertidumbre. Mediante esta propuesta, se espera aportar a la formación docente que se implementa a través de la educación superior, como parte de la investigación de una tesis doctoral realizada en el Doctorado Interinstitucional de Ciencias Ambientales de la Universidad del Valle.

Palabras clave

complejidad; educación ambiental; educación superior; principio de complementariedad; principio de incertidumbre; principio de no linealidad

Abstract

This article presents a reflection on the most common training processes of environmental education in higher education, with the purpose of proposing a model based on the paradigm of complexity, which can contribute to overcoming the traditional and reductionist practices that are influencing in the teacher training. Such practices do not contribute to a comprehensive understanding of the environment in an integral way, that is, they consider the dialogue of knowledge, interdisciplinarity, the worldviews of the communities, sociocultural issues, systemic relationships and the construction of scientific knowledge. The proposal presented is based on an analysis of the state of the art of recent publications related to environmental education and complexity theory. As a result, an environmental education model for teacher training is proposed

María Claudia Solarte-Echeverri* 
Orlando Zúñiga-Escobar** 
Carlos Augusto Osorio-Marulanda*** 

* Docente en la Universidad del Valle. Ph.D en Ciencias Ambientales. Grupo de investigación llama. maria.claudia.solarte@correounivalle.edu.co

** Docente en la Universidad del Valle. Ph.D en Tecnología Ambiental. Director grupo de investigación llama. Orlando.zuniga@correounivalle.edu.co

*** Docente en la Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Cali. Ph.D en Filosofía. Grupo de investigación en Logística y Producción. carlos.osorio@correounivalle.edu.co



based on three principles: non-linearity, complementarity, and the uncertainty principle. Through this proposal, it is expected to contribute to the teacher training that is implemented through higher education, which is part of the research of a doctoral thesis carried out in the Interinstitutional Doctor of Environmental Sciences of the Universidad del Valle.

Keywords

complexity; environmental education; higher education; complementarity principle; uncertainty principle; non-linearity principle

Resumo

Este artigo apresenta uma reflexão sobre os processos de formação mais comuns da educação ambiental no ensino superior, com o objetivo de propor um modelo baseado no paradigma da complexidade, que possa contribuir para a superação das práticas tradicionais e reducionistas que estão influenciando na formação de professores. Tais práticas não contribuem para a compreensão do ambiente de forma integral, ou seja, que levem em conta o diálogo de saberes, a interdisciplinaridade, as visões de mundo das comunidades, as questões socioculturais, as relações sistêmicas, bem como a construção de conhecimentos científicos. A proposta apresentada baseia-se em uma análise do estado da arte das publicações recentes relacionadas à educação ambiental e teoria da complexidade. Como resultado, propõe-se um modelo de educação ambiental para a formação de professores baseado em três princípios: a não linearidade, a complementaridade e o princípio da incerteza. Com esta proposta, espera-se contribuir para a formação docente que se realiza no ensino superior, como parte da pesquisa de uma tese de doutorado realizada no Doutorado Interinstitucional de Ciências Ambientais da Universidade del Valle.

Palavras-chave

complexidade; educação ambiental; ensino superior; princípio da complementaridade; princípio da incerteza; princípio da não linearidade

Introducción

La universidad tiene la responsabilidad de hacer posible la construcción y el desarrollo de un conocimiento innovador y reflexivo para el manejo y la solución de problemas sociales, además de ofrecer una formación integral, desde el pensamiento crítico y reflexivo, y la formación de una conciencia ética para abordar retos complejos y múltiples en las sociedades actuales.

Uno de estos retos es la incorporación de la educación ambiental a nivel de la educación superior para dar respuesta a la crisis ambiental, la cual requiere de un análisis desde el conocimiento científico y social (Molano, 2014), lo que implica una transformación de los sistemas educativos a partir de una formación ciudadana requerida para todos los futuros profesionales. Esta formación debe ir más allá de ofrecer conocimientos centrados en temas ecológicos o el uso de herramientas de gestión o normativas legales, pues la educación ambiental “es el campo donde convergen diversas epistemologías, racionalidades e imaginarios sociales que transforman la naturaleza y abren la construcción de un futuro sustentable” (Leff, 2007, p. 13).

La universidad debe contribuir en la construcción del conocimiento en educación ambiental, para comprender la integralidad del hombre desde lo biológico, social y cultural. Al respecto, Ángel (1996) señala, que la universidad requiere de conocimientos científicos, de una nueva ética y una filosofía para identificar el papel del hombre en la naturaleza a partir de las transformaciones generadas por la cultura en los ecosistemas. El proceso pedagógico en la universidad debe estar centrado en la preparación para la vida y la formación profesional. (Merino, 2019)

Pero la educación ambiental en la universidad ha privilegiado la enseñanza de la ecología, en donde el concepto de ambiente que predomina entre los estudiantes está relacionado con lo “verde”, obviando lo socio-cultural (Escalona, 2006 en Tovar, 2017). Tal tipo de formación merece un análisis, cuando se trata de educar a los futuros maestros en las universidades, quienes a su vez deben educar a los estudiantes de los niveles de educación básica primaria y secundaria. No hay que olvidar que la educación configura la sociedad, la cual debe formarse de manera distinta con relación al ambiente y a sus dinámicas.

Sin embargo, la enseñanza de la educación ambiental se ha orientado mediante modelos que se identifican según sus contenidos, experiencias, prácticas y epistemologías, cuyas características le otorgan cierta identidad. Estos modelos se han clasificado como el modelo tradicional, el modelo activista, el modelo resolutivo, el modelo antropocéntrico, el modelo sistémico y el modelo de desarrollo sostenible, entre otros (Quintero, 2017; García, 2004; Sauve, 2004). Todos estos se diferencian por el tipo de actividades en clase; por el concepto de ambiente que asumen y por los propósitos que persiguen, los cuales consolidan las concepciones de los estudiantes que participan de estas prácticas de enseñanza-aprendizaje. De allí, la importancia de identificar las características de cada modelo. Veamos en qué consisten.

Modelo Naturalista: las características de este modelo están orientadas principalmente hacia la enseñanza de la ecología, en los sistemas naturales y su protección. Particularmente, en este modelo, se presenta una visión fatalista del ambiente.

Los contenidos de este modelo no tienen en cuenta los aspectos socioculturales. El docente es un dinamizador del proceso de enseñanza y las actividades de práctica están representadas en salidas a espacios verdes, para el contacto con la naturaleza (Quintero, 2015; Sauvé, 2005; García, 2004).

Modelo Resolutivo: se caracteriza por abordar la educación ambiental desde la resolución de problemas ambientales. En su ejercicio, se pretende desarrollar competencias en los estudiantes a partir de un problema que sería el punto de partida para un proceso de investigación.

Los contenidos de este modelo están centrados principalmente en diagnósticos de identificación de problemas. La metodología propuesta responde a procesos de investigación, donde se construye conocimiento a partir de los hallazgos. El docente es un líder que orienta el ejercicio de encontrar soluciones a partir de una propuesta de resolución de problemas (García, 2004; Sauvé, 2005; Moreno, 2022).

Modelo Activista: tiene un enfoque antropocéntrico y naturalista, pues su enseñanza está dirigida a realizar actividades de cuidado y protección del ambiente. Sin ningún objetivo claro frente a la formación del que aprende, se trata de motivar al estudiante, quien descubre la realidad en función de sus intereses y experiencias, a través del contacto directo con el entorno (García, 2004; Estrada, 2012).

El papel del docente es propio de un líder afectivo y social que facilita el conocimiento, al dar libertad para que el estudiante aprenda por descubrimiento. Los contenidos de enseñanza se centran en aspectos ecológicos, en actividades lúdicas, siembras, elaboración de papel, campañas, reciclaje, ornamentación, recorridos ecológicos, entre otros. Estas actividades no cuentan con objetivos claros, no hay una preocupación por construir conocimientos, ni competencias y no hay prácticas de investigación (Estrada, 2012; Torres, 1998).

Modelo Antropoc ntrico: en este modelo predomina el cuidado y la protección de los recursos naturales. El docente considera que se debe educar para no tener conductas que vayan en contra del ambiente natural. Aquí, el ser humano es un protagonista importante con una postura superior a otras formas de vida, es un dominador de los sistemas naturales y su preservación depende de las conductas que se tengan.

Los contenidos de este modelo corresponden a la preservación de la biodiversidad, la deforestación, la desertificación, el eco consumo, eco civismo y proyectos ambientales (Quintero, 2015). En este modelo es muy importante formar en valores para conservar los ecosistemas, preservar, cuidar el agua y los suelos y no ocasionar gases que aumenten el efecto invernadero (Sauve, 2004; García, 2004).

Modelo Sistémico: este modelo considera que el ambiente es un sistema de relaciones, desde aspectos socioculturales, éticos y est ticos hasta los

científico-tecnológicos e interdisciplinarios. Todas estas perspectivas son complementarias, de esta manera se enriquece la argumentación y se posibilita la comprensión (Torres, 2012).

El modelo de enseñanza está centrado en establecer relaciones donde se analizan los componentes que hacen parte de un todo. La propuesta metodológica es de investigación, por lo tanto, el docente parte de diagnósticos y de preguntas que se deben resolver. En principio, parte de un problema ambiental para buscar respuestas desde diferentes saberes: "El estudio del ambiente es, sobre todo, un dominio de investigación: no hay ninguna ciencia privilegiada para emprenderlo" (Torres, 2012, p. 30).

Modelo de Desarrollo Sostenible: el modelo tiene como propósito central educar a las personas para administrar bien los recursos actuales, posibilitando la subsistencia de generaciones futuras. En este modelo se promueve una discusión entre lo sostenible y lo sustentable.

El docente propone la enseñanza del desarrollo sostenible, que está más orientada a la enseñanza para la gestión ambiental, los objetivos del milenio, las problemáticas del cambio climático y sus efectos a nivel global. Se trata de una educación que vincula el ambiente y el desarrollo, desde planteamientos ecológicos, sociales y económicos, para analizar los límites de la biosfera a partir de una equidad social para la sostenibilidad (Novo, 2009; Álvarez, 2005).

Los modelos anteriormente descritos surgieron de las prácticas de enseñanza en la universidad. Sus efectos se perciben en las prácticas de los maestros en sus instituciones educativas, al promover una educación ambiental basada en la enseñanza de contenidos, de este modo, asumen que están

haciendo educación ambiental. El ambiente no es un tema, es una realidad cotidiana y vital, es un proyecto de desarrollo humano, que no se reduce a educar para "conservar la naturaleza", "concienciar personas" o "cambiar conductas" (Álvarez, 2005; Sauv e, 2004; García, 2004), su tarea es más profunda y comprometida, pues está asociada al cambio social.

En este contexto, el presente artículo tiene como propósito identificar aspectos comunes a la educación ambiental en el nivel superior, con el fin de elaborar una propuesta basada en la teoría de la complejidad Morín (1994, 2001; 2004; 2010), Carrizosa (2021), Boff (2011), Leff (2000; 2004; 2006; 2007) y Zúniga (2018), de tal forma que se pueda contribuir con la formación de maestros que enseñan educación ambiental, que puedan superar las visiones reduccionistas presentadas antes, e incorporen dinámicas del ambiente de forma integral.

Estado del arte

El estudio se inició a partir de la búsqueda de la literatura relacionada con los temas de la complejidad y la educación ambiental en el nivel superior, mediante la metodología de mapeo sistemático, el cual es menos exhaustivo que la revisión sistemática. Su objetivo consiste en presentar un estado del arte en donde se puedan observar los resultados de la búsqueda de forma general y amplia (Petersen, 2008).

Para usar esta metodología se requiere contar con criterios de búsqueda de acuerdo con el interés de la investigación. Para este caso, los criterios utilizados fueron los siguientes:

1. Las bases de datos consultadas como SCOPUS, ProQuest, Mendeley y Scielo,

principalmente, durante los últimos seis años; además de otras fuentes sobre temas de la complejidad.

2. Las categorías de búsqueda para este caso fueron: educación ambiental, educación ambiental a nivel superior, la relación entre educación ambiental y teoría de la complejidad.

Los resultados de la búsqueda arrojaron 16.834 artículos, de los cuales un número importante corresponde a la educación ambiental. De ellos se derivaron diversas subcategorías como: educación ambiental y desarrollo sostenible, educación ambiental y formación en valores, educación y gestión ambiental, educación ambiental en la universidad, y educación ambiental y complejidad (ver tabla No. 1).

En el mapa sistémico, los hallazgos fueron organizados en un plano cartesiano en dos fases, de contribución y de investigación; en la primera, se reportan las categorías que fueron descartadas y la fase de investigación se corresponde con los artículos que fueron examinados para esta investigación (ver Fig. 1). En la fase de contribución, en la categoría de educación ambiental, se encontró un número importante de trabajos, los cuales fueron descartados porque estaban enfocados en temas como actividades de desarrollo de proyectos, de trabajo en la comunidad, experiencias de educación primaria y secundaria, educación formal y no formal, entre muchas otras. En la categoría de educación ambiental a nivel superior se reportan muchos trabajos cuyo interés consiste en educar para el desarrollo, presentan experiencias de gestión ambiental y de formación en valores. Es importante anotar que estos artículos fueron descartados por estar fuera del interés de este trabajo y porque muchos estaban repetidos en las diferentes bases de datos.

En la fase de investigación se seleccionaron las dos categorías que podrían contribuir de forma directa para la investigación. Por un lado, en la categoría de educación ambiental a nivel superior, solo se consideraron aquellos trabajos que estuvieran relacionados con la formación profesional, preferiblemente de profesores. Mientras que, en la categoría de educación ambiental y complejidad, en donde se encontraron pocos artículos, algunos de ellos mencionan la palabra complejidad, pero sin desarrollo sobre la forma en que esta teoría se puede poner en práctica en la enseñanza.

La tarea posterior fue examinar 160 artículos, de los cuales 143 fueron excluidos, 17 fueron evaluados para elegibilidad, 9 fueron excluidos con motivos y 8 fueron incluidos para aportes teóricos al trabajo (tabla 2).

Tabla 1. Resultados de búsquedas bibliográficas

Cantidad artículos	%	Fuente	Categorías	Total de artículos según categorías
1158	6,88	Scopus		
4829	28,69	ProQuest	Educación ambiental	8166
2002	11,89	Mendeley		
177	1,05	Scielo		
29	0,17	ProQuest	Educación Ambiental en educación superior	2931
2217	13,17	Scopus		
647	3,84	Mendeley		
38	0,23	Scielo		
2	0,01	ProQuest	Educación ambiental y la complejidad	513
236	1,40	Mendeley		
267	1,59	Scopus		
8	0,05	Scielo		
6	0,04	ProQuest		
168	1,00	Scopus	Educación ambiental y formación de valores	377
196	1,16	Mendeley		
7	0,04	Scielo		
23	0,14	ProQuest	Educación ambiental para un desarrollo sostenible	870
24	0,14	Scopus		
813	4,83	Mendeley		
10	0,06	Scielo		
834	4,95	Mendeley		
2705	16,07	ProQuest	Educación ambiental con enfoques de gestión ambiental y gobernanza	3848
295	1,75	Scopus		
14	0,08	Scielo		
6	0,04	ProQuest		
2	0,01	Scielo	Educación ambiental dirigida a la formación de maestros	129
0	0,00	Scopus		
121	0,72	Mendeley		
16834	100,00			

Fuente: elaboración propia.

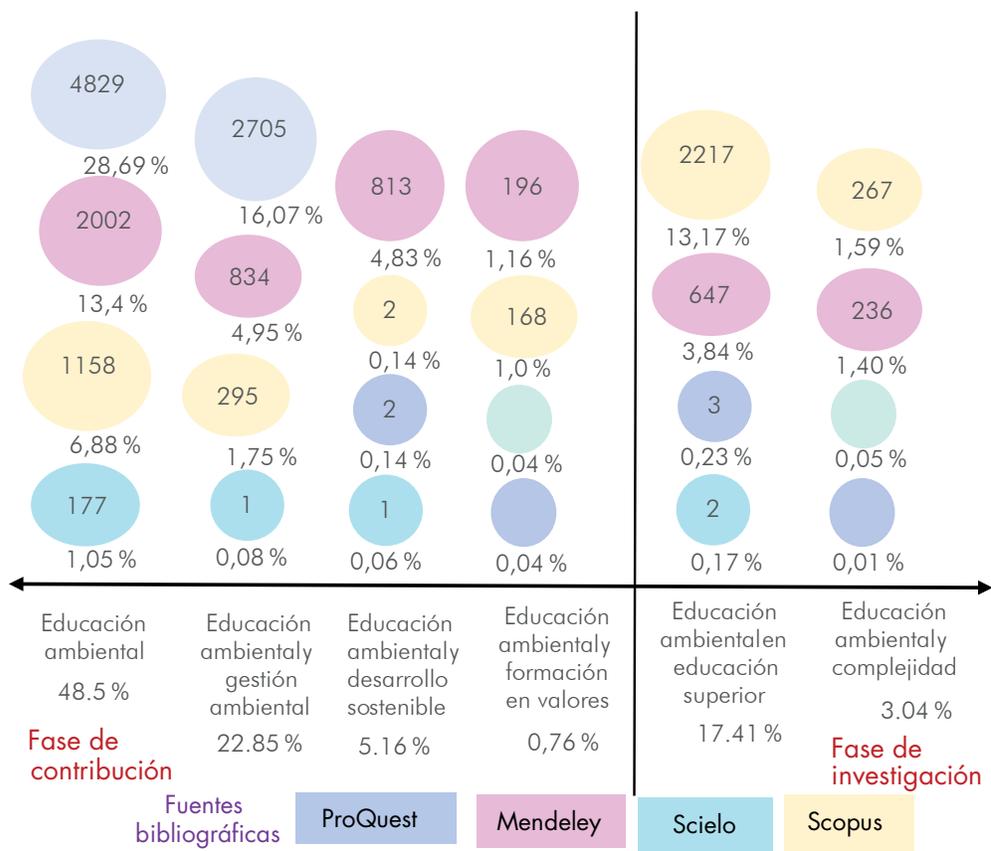


Figura 1. Mapa sistémico del estado del arte

Fuente: elaboración propia, apoyada en el modelo de mapeo sistemático.¹

Tabla 2. Artículos seleccionados de acuerdo con su pertinencia en la investigación

Categoría: educación ambiental y complejidad		
Fuente	Título	Autor/Año
ProQuest- Contaduría Universidad de Antioquia, 68, 191-211	Consideraciones epistemológicas para pensar la complejidad ambiental. Repercusiones para una contabilidad ambiental en debate ante la crisis civilizatoria.	Cardona, J. (2016).
Mendeley Revista Reflexiones. Volumen 10 No. 4	Complejidad ambiental: propuestas éticas emergentes del pensamiento ambiental latinoamericano	Noguera de Echeverri A. P. (2007).
ProQuest Mendeley Enseñanza De Las Ciencias, 35.1: 53-69	Caracterización de las concepciones de complejidad de un grupo de investigadores de la educación ambiental	Calafell Subirá, G. y Banqué Martínez, N. (2017).
Ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible Subdirección de educación y participación	Consideraciones de la ambientalización en la educación superior desde una Colombia compleja en clave del pensamiento Ambiental colombiano	Carrizosa Umaña. J. (2021).

1 Desde el diseño del modelo sistémico de Peterson (2008), Carrizo y Ortiz (2016) y Celdrán (2018).

Categoría: educación ambiental y complejidad		
Fuente	Título	Autor/Año
Categoría: educación ambiental en educación superior		
Mendeley Educación y Educadores, 23(2), 159-178.	Compromiso de las universidades colombianas con la sustentabilidad.	Plata, A. M., Holguín, M. T., Sáenz, O., Mora, W. M. y Callejas, M. M. (2020).
Revista Educación. Costa Rica	Educación y ambiente en la educación superior universitaria: tendencias en clave de la perspectiva crítica latinoamericana	Corbetta, S. (2019).
Mendeley ProQuest Revista Praxis & saber No. 21, 197-220	El compromiso ambiental de instituciones de educación superior en Colombia.	Callejas, M. M., Sáenz, O., Plata, Á., Holguín M. y Mora W. (2018).
Revista Luna Azul, núm. 39, julio-diciembre, 2014, pp. 186-206	La formación ambiental en la educación superior: una revisión necesaria	Molano Niño, A. C. y Herrera Romero, J. F. (2014).

Fuente: elaboración propia.

La educación ambiental desde la complejidad

Existen diversas posturas acerca de la educación ambiental, desde sus fines, sus prácticas, sus actores sociales, sus modelos de enseñanza y su epistemología. La educación ambiental es una herramienta que educa para la vida, para una transformación cultural, a partir de la formación de valores que pueden contribuir en mejores formas de relacionarse socialmente y con el entorno (Pedraza, 2003).

Es un proceso de formación para la toma de conciencia de la realidad en contexto, que debe ser integradora para comprender las interrelaciones, debe ser participativa en la toma de decisiones y en la construcción de conocimientos nuevos, y práctica para el manejo de situaciones ambientales (Matos, 2017). La educación ambiental no puede reducirse a reconocer los problemas ambientales, es necesario desarrollar competencias para el análisis crítico que permita comprender las relaciones de interdependencia del hombre con su entorno, de la realidad biofísica, social, política, económica y cultural, para generar en la comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente (Torres, 2012).

Incursionar en aspectos epistemológicos sobre la educación ambiental implica analizar el concepto de ambiente, el cual ha sido reducido a los aspectos netamente ecológicos, sin considerar las dimensiones de lo cultural, lo político, lo económico y lo social. El ambiente debe ser tratado como un objeto de reflexión, ya que es un saber sobre las formas de apropiación del mundo y de la naturaleza (Leff, 2006).

La educación ambiental está muy ligada a la concepción de ambiente de quien enseña; sin embargo, es necesario asumir el ambiente desde una visión compleja, ampliando el pensamiento ecologista y reduccionista que excluye el hombre y la cultura (Quintero, 2015; Toro, 2005). Al respecto, (Carrizosa, 2021) presenta un concepto de ambiente que, a su juicio, es el más acertado:

El ambiente no es la ecología, sino el campo de las relaciones entre la naturaleza y la cultura, de lo material y lo simbólico, de la complejidad del ser y del pensamiento; es un saber sobre las estrategias de apropiación del mundo y la naturaleza a través de las relaciones de poder que se han inscrito en las formas dominantes de conocimiento. (Leff, 2004, p. 3)

Las concepciones de ambiente se ven representadas en los modelos de enseñanza identificados a partir de diferentes estudios, los cuales comprometen las prácticas de enseñanza; se caracterizan por la manera como se concibe el ambiente y por el tipo de actividades que se desarrollan. De donde se concluye que para comprender el ambiente es necesaria la articulación de varias disciplinas; varias ciencias para aprender del ambiente y comprenderlo (Torres, 2012).

Se requiere que el maestro deba contar con estrategias metodológicas de enseñanza-aprendizaje por investigación, como las resaltadas por autores como Cañal (2012), Porlán (1987), García (1993) y Gil (1983), cuyo objetivo es aprender investigando, pues así se accede al conocimiento mediante la búsqueda de explicaciones a problemas planteados.

Es necesaria la integración de saberes desde diferentes disciplinas que contribuya a comprender los sistemas complejos porque propone nuevos modelos teóricos y metodológicos; con sus propias epistemologías, se trata de modelos desde la transdisciplinariedad (Romero, 2003).

La complejidad ambiental

El término complejidad proviene de la raíz latina *complexus*, participio pasado de *complector*, que significa enlazar, trenzar o tejer. Su significado conduce a considerar que se trata de un sinónimo relativo a la dificultad (Hasper, 2014, citado en Calefell, 2017).

Definir qué es complejidad exige otra manera de racionalidad y de ciencia, en tanto se requiere ampliar el conocimiento clásico que impide comprender este tejido en conjunto, es decir, en su complejidad (Morín, 2001). Se trata de desarrollar un tipo de pensamiento recursivo “capaz de establecer retroalimentaciones (*feedback loops*)” (Neef, 2004). La complejidad ambiental invita a hacer una revolución del pensamiento, un cambio de paradigmas, una deconstrucción de lo tradicional; es la construcción de un nuevo saber y de prácticas educativas (Leff, 2000), pues rompe la unilinealidad, la unilateralidad del pensamiento científico, integrando elementos de la concepción sistémica y de la teoría de la información que documenta la experiencia humana (Juárez, 2012).

La complejidad integra el conocimiento empírico, las creencias y las ciencias; se asume la dificultad para evitar contradicciones lógicas en la construcción de conocimientos a partir de una nueva lógica (Morín, 1994; citado en Calefell, 2017). “La complejidad es un nuevo entendimiento del conocimiento del mundo y de la incorporación de los saberes, la toma de conciencia del ser” (Lune, 2020, p. 23). Así, la complejidad ambiental es un método de pensamiento nuevo con el que se puede comprender la relación entre la naturaleza, la sociedad y el hombre, a partir del análisis de sus cosmovisiones, a partir de un diálogo de saberes y de conocimientos de varias disciplinas (Leff, 2007). El pensamiento complejo cuenta con estrategias para generar una reforma en las estructuras y

en la cultura de los hombres, desde un cambio de pensamiento que genere una crisis ambiental, para la comprensión del ambiente como sistema (Columbié, 2011).

El concepto de complejidad ambiental tiene muchas interpretaciones por los diferentes autores que lo abordan, por lo que es necesario, para esta investigación, presentar un modelo a partir de los principales fundamentos que sustentan el concepto.

Criterios para el diseño de un modelo sobre complejidad ambiental

Como se señaló antes, en este trabajo se busca proponer un modelo de educación ambiental desde el paradigma de la complejidad, para lo cual se consideran tres principios: la complementariedad, el principio de la incertidumbre y la no linealidad. De estos se derivan otras relaciones que se tejen, integran y forman el conocimiento.

La complementariedad, considerada como el primer principio, constituye un marco integrador de diferentes perspectivas. Originalmente establecido por Bohr en 1958, plantea que ciertas propiedades no pueden observarse al mismo tiempo, pero pueden complementarse. Este principio demanda trabajar con visiones complementarias que puedan explicar la misma realidad (Strathern, 1999).

La diversidad de enfoques produce una riqueza de conocimiento para integrar disciplinas, métodos y saberes que permiten integrar la percepción de la realidad, con ello se supera la fragmentación y la especialización para analizar la diversidad de lo real (Blanco, 2016). Tal propósito se puede ilustrar desde la metáfora de los seis ciegos al describir un elefante, donde cada ciego analiza lo que tiene al frente de su visión particular. Por ejemplo,

uno de los ciegos considera que una oreja es una hoja seca, otro percibe la cola como una rama y un tercer ciego analiza la trompa del elefante, afirmando que se trata de una serpiente, lo que implica que ninguno de ellos pueda entender la integralidad.

En la complementariedad se presenta la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad, donde la interdisciplinariedad representa un conjunto de disciplinas conexas entre sí, con relaciones definidas, de modo que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada. Mientras que la transdisciplinariedad, a partir de una manera nueva y fecunda, aborda muchas disciplinas que aportan sus principios, para formar puentes de conexión desde el conocimiento de expertos en un enfoque holístico (Reátegui, s. f.).

Dentro de la complementariedad es importante mencionar las relaciones sistémicas para dar respuesta a lo planteado por Morín: “No existe un conjunto formal de relaciones, existen totalidades que no son esencias, que no son de una sola sustancia, son composiciones producidas por los juegos sistémicos, y están por lo tanto dotadas de una cierta autonomía” (1990, p. 34) lo que implica que el pensamiento sistémico ve las cosas en conjunto.

Dentro de la teoría sistémica se menciona que un sistema está compuesto por las partes que se integran para formar un todo, el cual es más que la suma de las partes, dado que hay cualidades que emergen o se inhiben al unir las partes (Morín, 2010).

El segundo principio corresponde a la incertidumbre, de acuerdo con Heisenberg y Bohr, cuyos enunciados presentan el análisis de sus teorías clásicas referidas a la materia y antimateria, onda-partícula, materia y energía. En ese orden de ideas, Boff (2011) aplica la incertidumbre a la educación ambiental, desde la comprensión de lo humano, cuerpo

y espíritu: “no se trata de dos mundos paralelos sino de dos caras del mismo mundo. Ciencias de la naturaleza —ciencias del espíritu— materia y espíritu, cuerpo y alma, el espíritu pertenece a la naturaleza y la naturaleza presenta espiritualidad” (p. 45).

Morín plantea que la complejidad humana presenta diferentes bucles que no se pueden separar, porque “la vida (el ser) no es una sustancia, sino un fenómeno de auto-eco organización extraordinariamente complejo que produce la autonomía” (Boff, 2011, p. 33).

En el contexto de la educación ambiental, uno de los principales propósitos es la formación en valores ciudadanos, principio asumido desde la perspectiva de la formación de la persona, dado que los humanos son indefinibles, abiertos, y por eso se encuentran en permanente devenir, de acuerdo con sus diversas potencialidades (Blanco, 2016).

Y, el tercer principio, la no linealidad, que se corresponde con otra racionalidad de ciencia, se aplica cuando un sistema se aleja del equilibrio generando entropía, el caos, sus interacciones entre el orden y el desorden. Tal situación genera una recursividad en el sistema, al elaborar productos, acciones y efectos para lograr la generación y la regeneración (Morín, 2001).

Mediante la complejidad se presenta el fenómeno de la autoproducción y de la autoorganización, a partir del desequilibrio que busca formas de organizarse o de autoorganizarse (autopoiesis) (Boff, 2011; Maturana, 1976). La categoría de organización constituye una de las herramientas vitales del pensamiento complejo; el caos es generador de singularidades.

Finalmente, Carrizosa (2021) sostiene que uno de los retos que se debe afrontar en las nuevas teorías se relaciona con medir la complejidad de un objeto, a partir de la articulación entre algunos componentes e interrelaciones de aspectos diferentes, los cuales puedan convertirse en nuevo conocimiento. En la siguiente gráfica se presenta la representación del modelo de educación ambiental desde la complejidad, a partir de sus tres principios, de los cuales se derivan los diferentes componentes. Es importante aclarar que en el principio de la complementariedad, las relaciones sistémicas pueden variar de acuerdo con el propósito de lo que se quiere enseñar, por ejemplo, cultura-sociedad, cultura-economía.

Estos componentes se pueden materializar en una propuesta de un curso, cuyos contenidos y prácticas permitirían abordar una situación ambiental particular.

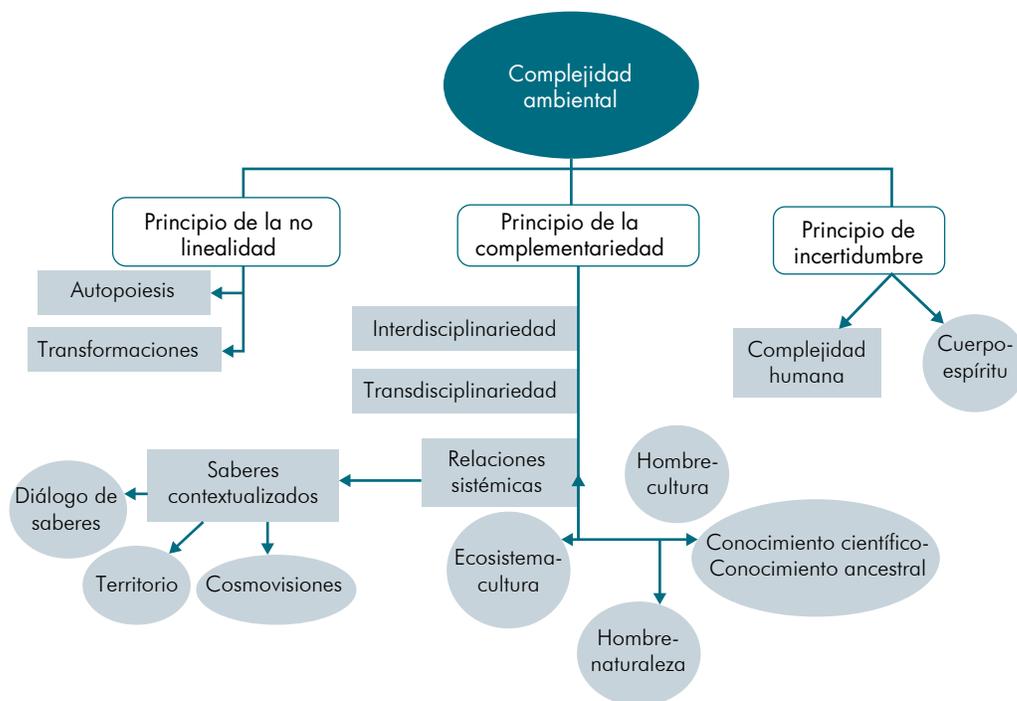


Figura 3. Modelo de Educación Ambiental desde la complejidad

Fuente: elaboración propia, apoyada en el pensamiento.²

Conclusiones

La puesta en marcha de un modelo de educación ambiental, basado en las premisas anteriores, busca superar los enfoques reduccionistas y entender el ambiente desde varias dimensiones, y no solo desde la fundamentación primaria del individuo.

La tradición de la enseñanza de la educación ambiental ha estado orientada hacia tareas concretas muy relacionadas con el desarrollo de actividades como reciclar, ornamentar, hacer siembras; pero es necesario trascender hacia otros propósitos que puedan contribuir con una mejor comprensión de la realidad ambiental, en este caso, teniendo como referente un modelo que integre la complejidad, tal como se ha mostrado.

Integrar saberes, prácticas, conocimientos científicos y tradicionales, pensar situaciones ambientales desde el trabajo colectivo de diferentes disciplinas, es un ejercicio que se debe poner en práctica, a partir de un eje que articule dichas acciones. El eje sería un problema ambiental del contexto o el estudio de una situación ambiental de la que se puede aprender. Y el abordaje de ese eje, el enfoque de la complejidad, desde los tres principios propuestos: la complementariedad, incertidumbre y la no-linealidad.

La propuesta del modelo de educación ambiental desde la complejidad presenta limitaciones, pues se requiere otra metodología de enseñanza que involucre otros actores sociales que participen de la construcción del conocimiento. El maestro debe tener en cuenta

² Desde el pensamiento de los autores Morín (1994; 2001; 2004; 2010), Boff (2011); Leff (2000; 2004; 2006; 2007), Noguera (2007), Need (2004), Carrizosa (2021), Zúñiga (2018).

el conocimiento de especialistas de los temas a tratar, a partir del diálogo de saberes, de trabajo colaborativo con otros colegas de diferentes disciplinas, para contribuir a comprender la realidad ambiental.

El modelo de educación ambiental desde la complejidad requiere materializarse a partir del diseño de un curso, donde el eje articulador sea el tratamiento de una situación ambiental que permita poner en práctica todos los componentes propuestos, para que posteriormente sea evaluado y ajustado. Lo anterior, como parte del desarrollo de una tesis de doctorado en el campo de las ciencias ambientales en la Universidad del Valle.

Referencias

- Álvarez, S. (2005). Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(1). http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART4_Vol4_N1.pdf
- Ángel-Maya, A. (1996). *El Reto de la vida. Ecosistema y Cultura. Serie Construyendo el Futuro* (pp. 89-93). https://rds.org.co/apc-aa_files/ba03645a7c069b5ed406f13122a61c07/el_reto_de_la_vida.pdf
- Blanco, N. y Pirela, J. (2016). La complementariedad metodológica: Estrategia de integración de enfoques en la investigación social. *Espacios Públicos*, 19(45), 97-111. <https://www.redalyc.org/pdf/676/67646966005.pdf>
- Boff, L. (2011). *Ecología: Grito de la Tierra*. Trota.
- Cabrera, C. y Jessica, A. (2014). Creatividad, complejidad y formación: un enfoque transdisciplinar. *Revista Complutense de Educación*, 26(3), 505-526.
- Calafell, G. y Banqué, N. (2017). Caracterización de las concepciones de complejidad de un grupo de investigadores de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 53-69. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v35-n1-calafell-banque/409795>
- Callejas, M., Sáenz, O., Mora, W. y Holguín, T. (2018). El Compromiso Ambiental de Instituciones de Educación superior en Colombia. *Praxis & Saber*, 9(21), 197-220. https://www.researchgate.net/publication/330931477_El_compromiso_ambiental_de_instituciones_de_educacion_superior_en_Colombia
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la escuela*, (78), 5-17. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/59927/R78.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cardona, J. (2016). Consideraciones epistemológicas para pensar la complejidad ambiental. Repercusiones para una contabilidad ambiental en debate ante la crisis civilizatoria. *Contaduría Universidad de Antioquia*, 68, 191-211. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/cont/article/view/327163/20784398>

- Carrizo, C. (2016). Modelos del proceso de educación de requisitos: un mapeo Sistemático, *Ingeniería y Desarrollo*, 34(1), 184-203. <https://www.redalyc.org/journal/852/85244549009/html/>
- Carrizosa, J. (2021). *Consideraciones de la Ambientalización en la educación superior desde una Colombia compleja en clave del pensamiento Ambiental colombiano*. Ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible Subdirección de educación y participación. <https://es.calameo.com/read/0023044530e63820e68d7>
- Celdrán, M., Bernabeu, J., Ivars-Baidal, J., Vera, J. y Smart, T. (2018). Un estudio de mapeo sistemático. *Cuadernos de Turismo*, (41), 107-138. https://invattur.es/uploads/entorno_37/ficheros/633167314787765114081.pdf
- Columbie, P. (2011). Cultura ambiental y pensamiento complejo: un enfoque transdisciplinario. *Contribuciones a la Economía*. <https://www.eumed.net/ce/2011b/ncp.html>
- Corberta, S. (2019). Educación y ambiente en la educación superior universitaria: tendencias en clave de la perspectiva crítica latinoamericana. *Educación*, 43(1), 546-574.
- Estrada, L. (2012). Concepciones sobre la educación ambiental de los docentes participantes en la red andaluza de eco-escuelas [Tesis de Doctorado en Investigación e Innovación Educativa, Universidad de Málaga]. <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/7881/TDR ESTRADA VIDAL.pdf>
- García, E. (2004). *Educación Ambiental, Constructivismo y complejidad*. Editorial Diada.
- García, E. y García, F. (1993). *Aprender investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Editorial Diada.
- Gil, D. (1993). Contribución de la Historia y de la Filosofía de las ciencias al desarrollo del modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21204/93254>
- Juárez, J. y Comboni, S. (2012). Epistemología del pensamiento complejo. *Reencuentro*, (65), 38-51. <https://www.redalyc.org/pdf/340/34024824006.pdf>
- Leff, E. (2000). *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*. Siglo XXI. https://www.researchgate.net/publication/48212492_Los_problemas_del_conocimiento_y_la_perspectiva_ambiental_del_desarrollo
- Leff, E. (2004). *Racionalidad ambiental: la reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI.
- Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación de las ciencias*. Siglo XXI.
- Leff, E. (2007). La Complejidad Ambiental Polis. *Revista de la Universidad Bolivariana*, 6(16), 1-9. <https://www.redalyc.org/pdf/305/30501605.pdf>
- Lune, M. (2020) Desarrollo social sostenible y complejidad como ejes de la educación ambiental. *Revista Internacional Ecociencia*. 2(3) https://pdfs.semanticscholar.org/7432/5da2574a452441ed42f6fde27567f69c6b01.pdf?_ga=2.69432784.111393985.1666617784-902508042.1666617784
- Noguera, A. (2007). Complejidad ambiental: propuestas éticas emergentes del pensamiento ambiental latinoamericano. *Gestión y ambiente*, 10(4), 5-30. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169419796001.pdf>
- Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, Número extraordinario, 195-217.

<https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:8998f1e4-65d7-40dd-9469-7945013994e8/re200909-pdf.pdf>

- Matos, B. y Flores, M. (2017). *Educación ambiental para el desarrollo sostenible del presente milenio*. Eco- Ediciones.
- Maturana, H. (1976). *El árbol del conocimiento*. Editorial Universitaria. <http://ecosad.org/phocadownloadpap/otrospublicaciones/max-neef-fundamentos-transdisciplinaridad.pdf>
- Max-Neef, M. (2004). *Fundamentos de la Transdisciplinariedad*. Universidad de Chile. <http://ecosad.org/phocadownloadpap/otrospublicaciones/max-neef-fundamentos-transdisciplinaridad.pdf>
- Merino, T. (2019). Logros y desafíos de la red universitaria redma: por la sostenibilidad ambiental de la educación superior en cuba. *Revista Luna Azul*. <https://www.redalyc.org/journal/3217/321767977010/321767977010.pdf>
- Molano, A. y Herrera, J. (2014). La formación ambiental en la educación superior: una revisión necesaria. *Revista Luna Azul*, (39), 186-206. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-24742014000200012&lng=e&nrm=iso&tlng=es
- Moreno, S. D. y Martínez, F. L. (2022). Educación ambiental crítica freireana: Análisis de corrientes y aportes para la formación de profesores. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (52), 47-64. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/16501/11211>
- Morín, E. y Pakman, M. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. http://cursoenlineasincostoedgarmorin.org/images/descargables/Morin_Introduccion_al_pensamiento_complejo.pdf
- Morín, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Editorial Magisterio.
- Morín, E. (2004). La epistemología de la complejidad. *Gazeta de Antropología*, (20). https://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/electivas/102_infanto_juvenil/material/complejidad_morin.pdf
- Morín, E. (2010). *Pensar la complejidad crisis y metamorfosis*. Guadas Impresores. S. L.
- Pedraza, N. (2003). *Plan de acción para formadores ambientales. Educación y resolución de conflictos ambientales*. Editorial Ministerio.
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S. y Mattsson, M. (2008). *Systematic Mapping Studies in Software Engineering*. 12Th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, 17, 10. https://www.researchgate.net/publication/228350426_Systematic_Mapping_Studies_in_Software_Engineering
- Plata, A. M., Holguín, M. T., Sáenz, O., Mora, W. M. y Callejas, M. M. (2020). Compromiso de las universidades colombianas con la sustentabilidad. *Educación*

- y *Educadores*, 23(2), 159-178. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-2942020000200159
- Porlán, R. y Martín, J. (1987). *El diario del profesor. Un recurso para la investigación en el aula*. <https://profesorailianartiles.files.wordpress.com/2013/03/diario-del-maestro.pdf>
- Quintero, M. (2015). *Relaciones entre las concepciones y las prácticas de educación ambiental de una maestra: un estudio de caso* [Tesis de Maestría en Educación, Univalle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/9486/7406-0510892.pdf?sequence=1>
- Sauvé, L. (2005). Una cartografía de corrientes en educación ambiental. Cátedra de Investigación de Canadá En Educación Ambiental Université Du Québec à Montréal. https://www.ecominga.uqam.ca/pdf/bibliographie/guide_lecture_3/1/2.Sauve.pdf
- Sauvé, L. (2004). *Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental*. https://www.miteco.gob.es/en/ceneam/articulos-de-opinion/2004_11sauve_tcm38-163438.pdf
- Strathern, P. (1999). *Bohr y la Teoría Cuántica*. Siglo XXI. <http://www.librosmaravillosos.com/bohrylateoriacuantica/pdf/Bohr%20y%20la%20teoria%20cuantica%20-%20Paul%20Strathern.pdf>
- Reátegui, R. (s. f.). *Ciencia, enfoque sistémico y complejidad ambiental blog: rolandoreateguilozano.blogspot.com*. <https://docplayer.es/13358112-Ciencia-enfoque-sistemico-y-complejidad-ambiental.html>
- Romero, A. (2003). Fundamentos epistemológicos para abordar el concepto de naturaleza en cursos de Educación Ambiental. *Revista electrónica Diálogos Educativos*, Año 9 (17). <http://dialogoseducativos.umce.cl/articulos/2009/dialogos-e-17-Romero-Fundamentos-epistemologicos-y-educativos-para-abordar-el-concepto-de-naturaleza.pdf>
- Toro, J. y Peter, D. (2005). *Educación Ambiental: una cuestión de valores*. Universidad Nacional de Colombia; Cargraphics.
- Torres, M. (1998). La Educación Ambiental: una estrategia flexible, un proceso y unos propósitos en permanente construcción. La experiencia de Colombia. *OEI Revista*, (16), 23-46. <https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie16a02.pdf>
- Torres, M. (2012). *Educación Ambiental: Política Nacional. Colombia: Ministerio de Educación Nacional*. SINA. <https://www.uco.edu.co/extension/prau/Biblioteca%20Marco%20Normativo/Politica%20Nacional%20Educacion%20Ambiental.pdf>
- Tovar, J. (2017). Pedagogía y didáctica ambientales: tendencias en la educación superior. *Revista Brasileira de Educação*, 22(69), 519-538. <https://www.redalyc.org/pdf/275/27553036011.pdf>
- Zuñiga, O. y León, G. (2018). *Física Ambiental. Un llamado a la interioridad*. Colección Ciencias Naturaleza y Exactas. Universidad del Valle; programa Editorial.

Forma de citar este artículo:

Solarte-Echeverri, M. C., Zúñiga-Escobar, O. y Osorio-Marulanda, C. A. (2024). Diseño de un modelo de educación ambiental basado en la complejidad. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 83-99. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-17568>