

REVISTA BOLETÍN REDIFE: 14 (8) AGOSTO 2025 ISSN 2256-1536

RECIBIDO EL 8 DE MARZO DE 2025 - ACEPTADO EL 11 DE JUNIO DE 2025

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CONCEPCIÓN DISCIPLINAR HACIA UNA EPISTEMOLOGÍA DE LA COMPLEJIDAD DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

HISTORICAL EVOLUTION OF THE DISCIPLINARY CONCEPTION TOWARDS AN EPISTEMOLOGY OF THE COMPLEXITY OF NATURAL SCIENCES AND ENVIRONMENTAL EDUCATION

Hernán Modesto Rivas Escobar¹

Universidad de Nariño, San Juan de Pasto,

Colombia.

Resumen

Este artículo pretende dar cuenta del quiebre histórico que representa la obra de Descartes en la construcción del proyecto de modernidad después de la vigencia por cientos de años de una visión del mundo centrada en el geocentrismo y el teocentrismo, y cómo esa forma de entender el mundo sigue vigente hasta

nuestros días e incluso es hegemónica. También se espera hacer el recorrido de la forma como se construye desde Morin una mirada alternativa a la ciencia clásica, de tal manera que se rompen paradigmas cartesianos para aventurarse a la incertidumbre de la complejidad, donde a pesar de no haber respuestas en forma de recetas, se construye camino al andar. El método de Morin es el camino que se decide recorrer con la idea de interpretar el asunto ambiental desde la orilla de la educación ambiental como una posibilidad de convertirse en el instrumento que coadyuve a entender la crisis del ecosistema planetario

¹ hernan.rivas@udenar.edu.co

Doctor en pensaminito complejo.

ORCID: 0000-0002-3978-4952

Decano facultad de educación universidad de
Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.

y el rol de la humanidad en esa crisis y en las posibles soluciones a ella.

Abstract

This article aims to examine the historical rupture represented by Descartes' work in constructing the project of modernity, which replaced a centuries-old worldview based on geocentrism and theocentrism—a perspective that remains valid and even hegemonic today. Additionally, it traces how Morin offers an alternative approach to classical science by breaking Cartesian paradigms and embracing the uncertainty of complexity. While complexity provides no ready-made solutions, it facilitates learning through practice. Morin's method serves as a pathway for interpreting environmental issues from the standpoint of environmental education, potentially becoming a tool to understand the planetary ecosystem crisis, humanity's role in it, and possible solutions.

Palabras clave

Complejidad, Transdisciplinariedad, Antropocentrismo, Ciencias Naturales y Educación ambiental, Paradigma.

Keywords

Complexity, Transdisciplinary, Anthropocentrism, natural sciences and environmental education, paradigm.

Introducción

La ciencia clásica ha formado el mundo que conocemos, en el que hemos recibido mucha de nuestra información y formación académica, determinando el quehacer de muchas comunidades científicas. Es además generadora de los grandes avances tecnológicos de los últimos doscientos años. En ese sentido, la ciencia clásica ha determinado no sólo la forma como nos acercamos al conocimiento sino al conocimiento mismo; tal forma de acercarnos al

conocimiento ha definido la cotidianidad de los individuos, las comunidades y de la sociedad en general, generando una cultura que le es propia, ligada a una estructura de valores que determinan una ética de la modernidad.

Sin embargo, esa estructura científica, cultural y ética está presentando fisuras y grietas en la medida que no da respuesta a las inquietudes de los mismos científicos clásicos; por ejemplo, el descubrimiento de un universo al interior del átomo, que se creía indivisible y fundamental, el comportamiento ilógico y azaroso de las partículas subatómicas que no siguen el comportamiento de las respetadas leyes Newtonianas, ni siquiera respetan en el macrocosmos las valiosísimas ecuaciones de la Relatividad. Esto ha provocado un cisma y originado una crisis que va extendiendo sus tentáculos a la forma como comprendemos el acontecimiento mundo.

En lo ambiental, dicha crisis tiene origen en la forma como nos relacionamos los individuos de la especie humana entre nosotros y a las relaciones que como especie mantenemos con el ecosistema planetario. La crisis ambiental global es una evidencia del fallo de la modernidad como paradigma, al punto de afirmar que la amenaza sobre la forma de vida que llevamos los humanos en los últimos 5000 años es fundamentalmente un problema epistemológico, relacionado con la forma en que los seres humanos nos acercamos al conocimiento y tomamos distancia del ecosistema al que pertenecemos, es lo que Descartes llama la *red extensa*.

Morin (1984) plantea una gran paradoja cuando recuerda que las ciencias naturales duras y puras, positivistas y reduccionistas lograron sentar las bases de los descubrimientos más trascendentales del pensamiento humano. Es precisamente el método de pensamiento simplificado el que llevó al descubrimiento

de la complejidad; en ese sentido podríamos decir que son contrarios y complementarios al mismo a tiempo. La física moderna y clásica y las matemáticas permitieron que el intelecto humano se acercara primero al átomo y que después siguiera mirando más allá para descubrir que esa partícula ya no le hacía honor a su nombre griego otorgado por Demócrito y Epicuro: la indivisible partícula tenía un universo entero dentro de sí misma. (p. 45-74)

Los avances de la física nos sorprendieron con la increíble complejidad del tejido microfísico, apenas comparable con la complejidad del cosmos; y gracias a esto aparece el ADN en espirales, que en un abrazo descubren el complejo mundo de la autoorganización biológica, sustento del fenómeno que llamamos vida.

El entender el mundo desde una mirada compleja, es una aventura en la que nos inicia Edgar Morin, desde la complejidad se traza el camino y el método para buscar en el mundo real las respuestas a las preguntas fundamentales, ontológicas, que nos hacemos los seres humanos. Seguro no están todas las respuestas, pero tenemos una forma de buscarlas y encontrarlas, aquí las disciplinas aportan para redescubrir el universo ya no arrinconadas en su propio dominio epistemológico sino cruzando las líneas y derrumbando las barreras de cada una con otra para integrar lo que sabemos en el todo y en las partes, en la certidumbre y la incertidumbre en lo determinado y lo indeterminado.

Desarrollo

Como lo menciona Delgado (2011), citando a Descartes la racionalidad occidental que se estaba gestando y que pariera la ciencia clásica construiría una barrera o un abismo, como se quiera entender, entre el sujeto y el objeto; la construcción del concepto de naturaleza separado del hombre donde se entiende al ser

humano en una esfera diferente a la natural se fortaleció en la visión antropocentrista del acontecimiento mundo, esto es evidente en la idea de apropiarse conceptual y prácticamente de los fenómenos naturales:

... es posible alcanzar conocimientos muy útiles en la vida; y que en lugar de esa filosofía especulativa que se enseña en las escuelas, se puede encontrar otra práctica, mediante la cual, conociendo la fuerza y las acciones del fuego, del aire, de los astros, de los cielos y de todos los demás cuerpos que nos rodean, tan distintamente como conocemos los diversos oficios de nuestros artesanos, podríamos emplearlos del mismo modo en todos los usos para que son propios, y transformarnos así en dueños y propietarios de la naturaleza. (Descartes, 1953, p. 152).

Como dice Delgado (2011) desde el medioevo y con la argumentación de Descartes, el hombre alcanza un grado de deificación que nunca había tenido en su historia, el conflicto que dio origen al cambio de paradigma frente a la reconstrucción del concepto de religión y el papel de Dios en la epistemología pre moderna se sucede por el Dios prótesis: el hombre, que puede complementar los “fallos” de la creación con la ayuda de las máquinas inventadas por el intelecto humano; la otra gran consecuencia es la separación del hombre de la naturaleza, puesto que el rol del ser humano pasa a ser el de dominador.

La modernidad de Descartes lleva a considerar el ecosistema natural (naturaleza) como una gran máquina, de ahí la referencia al mecanicismo. El cuerpo humano que también entra en la res extensa (el mundo), es el ecosistema natural que funciona según unas reglas y leyes mecánicas preestablecidas, y es precisamente la física, la reina de las ciencias por aquel momento histórico, la llamada a descubrir esas

leyes que interpretaran el comportamiento de la naturaleza. El lenguaje para interpretar la forma en que funcionaban las cosas en el universo era las matemáticas. En ese orden de ideas, el ecosistema natural, como atributo de la sustancia, era mensurable, cuantificable, predecible y transable. En esta realidad el hombre no tiene cabida en el ecosistema natural porque representa una sustancia diferente, el cogito, que, junto a la sustancia original y perfecta, Dios, determinan que la *res extensa* amerita ser investigada para ser utilizada en beneficio del cogito imperfecto y finito creado por el Dios inmanente y perfecto (Hernández y Salgado, 2011).

Esta herencia de la modernidad es causa y origen de la crisis ambiental, de esta forma se argumenta la afirmación de que la crisis ambiental es también un problema epistemológico (Eschenhagen, 2021; Leff, 2007).

La dualidad de la existencia del hombre como sujeto aislado de la naturaleza (*res extensa*) es el legado de la modernidad sustentado en la filosofía de Descartes. La existencia del ser, del yo, a la que se llega por la duda metódica, genera que el resto del mundo sea una extensión de lo que es posible percibir por el sujeto a través de los sentidos, y a pesar de que se llega a dudar de la objetividad de los mismos sentidos, se mantiene el hecho trascendental de la existencia de sustancias diferentes, el cogito y el mundo. Este es el origen de la visión antropocéntrica del mundo, el lugar inicial donde se da la separación del hombre y el ecosistema natural. A partir de esta cosificación del ecosistema natural (naturaleza), se puede empezar a analizar y entender la crisis ambiental de nuestro ecosistema planetario (Rivas-Escobar et al. 2021, p. 233).

El paradigma emergente, entendiendo paradigma como lo describe Kuhn (2004) en su libro, la estructura de las revoluciones científicas, es el biocentrismo que trata de surgir

de las cenizas del antropocentrismo que se resiste a desaparecer y sigue aún vigente. La construcción de una idea del hombre como una especie integrada al ecosistema planetario con interdependencias vitales que determinan su posibilidad de supervivencia como especie es un gran avance.

Sin embargo, el paradigma como lo presenta Morin (1992) es el salto al vacío programado, no es un acto de fe irracional, por el contrario, con las alas del conocimiento y del saber (diálogo de saberes), se inicia una aventura dentro de la incertidumbre que como principio sostiene la idea de la entropía y desde la física con los avances en la cuántica se transforma la pregunta ontológica del ser humano en relación con el sentido de la existencia.

La escisión que hace la modernidad sobre el rol del sujeto como observador desprevenido liberado de su condición subjetiva biológica y ecológica, frente a la realidad que existe independiente de él, y que debe abstraerse para ser conocida, le da a la naturaleza una condición de externalidad frente al sujeto. Esto es la cosificación de lo cognoscible, por ejemplo, la naturaleza y sus fenómenos. "...el corte entre Ciencia y Filosofía que se realizó a partir del siglo XVII con la disociación formulada por Descartes entre el Yo pensante, el *Ego cogitans*, y la *Cosa material*, la *Res extensa*, crea un problema trágico en la Ciencia, es decir, que la Ciencia no se conoce a sí misma, no dispone de capacidad autorreflexiva" (Morin, 1984, p. 75).

El hombre, que no se reconoce dentro de la naturaleza, sino que la mira girando alrededor de sus necesidades y expectativas, construye una visión antropocéntrica del mundo (Ereú, 2021).

Feuerstein (1990) comparte que, una vez incorporado el nuevo conocimiento dotado de significado, el sujeto cognoscente y epistémico se transforma y que esa capacidad de maleabilidad

del cerebro es el desarrollo del pensamiento y de la inteligencia. Es entonces cuando el sujeto transformado por el conocimiento puede con su carga cultural compartir y utilizar el conocimiento, transformándolo en saber, como una prolongación hacia la sabiduría de las cosmovisiones de los pueblos ancestrales que mencionan la figura del sabedor, no del conocedor. Se disponen de unas categorías auxiliares que en educación surgen de las competencias al saber conocer, saber hacer y saber ser, que no deben resultar en procesos escindidos, sino actuar simultáneamente a pesar de que el ciclo de la información al saber pueda parecer lineal no lo es, porque constantemente se recibe y genera información que permite reconstruir y deconstruir conocimientos y saberes. Aquí la información se transforma en conocimiento.

Tobón (2008) define las competencias desde la perspectiva de la complejidad de la siguiente manera:

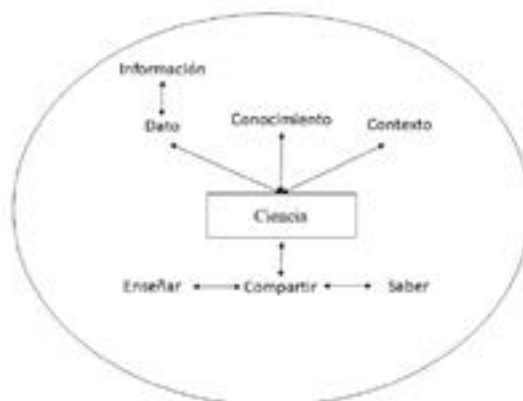
Procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados contextos, integrando diferentes saberes (saber ser, saber hacer, saber conocer y saber convivir), para realizar actividades y/o resolver problemas con sentido de reto, motivación, flexibilidad, creatividad, comprensión y emprendimiento, dentro de una perspectiva de procesamiento metacognitivo, mejoramiento continuo y compromiso ético, con la meta de contribuir al desarrollo personal, la construcción y afianzamiento del tejido social, la búsqueda continua del desarrollo económico-empresarial sostenible, y el cuidado y protección del ambiente y de las especies vivas. (p.5)

El conocimiento se construye de forma determinada por la realidad que transforma los patrones de representación del individuo, pero también producto de la incertidumbre de la

condición aleatoria del ecosistema, que en cada individuo y producto de su propio patrimonio cultural que lo define y que es como su huella digital, genera diferentes representaciones. Una puesta de sol, una canción, un libro, una pérdida, un enamoramiento, todos estos fenómenos impactan de manera diferente al individuo porque su estructura es particular y por eso sus respuestas a la acción de estos fenómenos es impredecible, así se hayan afanado desde el conductismo en referir la conducta estandarizada a fenómenos inducidos (Morin, 1994, p. 267).

Se podría creer que en un nuevo paradigma el orden asociado al determinismo de la ciencia clásica tiene que desaparecer, sin embargo, no es así, Morin (1984) explica que en una visión compleja del mundo es necesario el orden y la determinación que este asociado a dos elementos orientadores, por un lado, la concepción de organización entendida como “construcción, producción y reproducción de orden” y de otro lado e indisoluble de la concepción anterior, la idea de desorden. Debemos aprender a abrir nuestra mente a la convivencia de conceptos que podrían parecer excluyentes, pero que en el ecosistema planetario y en el contexto universal conviven permanentemente, orden y desorden, determinación e indeterminación.

El azar y la indeterminación es entendido por la ciencia clásica como el reconocimiento de la imposibilidad de entender, por ahora, la lógica que subyace al fenómeno indeterminado. Se entiende el azar como el resultado de un algoritmo aún no conocido pero susceptible con los medios correspondientes de ser analizado y eventualmente comprendido para sacarlo en ese momento del caos de la indeterminación y poder aprehenderlo en alguna regla algorítmica (Morin, 1984).

Figura 1: *De la información al saber hay un camino.*

Fuente: Elaboración propia.

Nota: la imagen muestra la relación que existe entre la ciencia, la información, el conocimiento y el contexto.

La ciencia está ligada al campo económico, el cual se nutre y utiliza a la ciencia para su beneficio a través de los avances tecnológicos. La investigación científica producto de la imaginación se recrea en la intuición posiblemente oscura de la psique humana, y la psique es el reflejo de la dialéctica humana unida indisolublemente a su contexto histórico, espacial y temporal con la dialéctica global del ser humano (García, 2006).

Al final, la ciencia es producto de la interacción de la psique, la tecnología y la economía. Morin (1984) en su libro, describe con claridad la reflexión que hoy nos hacemos en relación con la odiosa diferenciación entre ciencias sociales o humanas y ciencias naturales. ¿Nos preguntamos entonces si hablan de ciencias humanas existe acaso la categoría de ciencias no humanas?, o si hablas de ciencias naturales existe tal vez la categoría de ciencias no naturales o antinaturales? Morin (1984) dice:

la ciencia se halla en el corazón de la sociedad y, aunque se distingue muy bien en esta sociedad, es inseparable de ella, esto significa que todas las ciencias, incluidas las físicas y las biológicas, son

sociales. Pero no debemos olvidar que todo lo antropológico tiene un origen, un enraizamiento y un componente biofísico. (p. 36)

Husserl, citado por Morin (1984) define al científico liberado de su condición humana, abstraído de su ser intelectual, separado de su rol como artista, de su sociedad, su historia y su cultura. El observador desprevenido y objetivo ha nacido casi que, sin alma, el sujeto separado del objeto, sin filosofía y casi que amoral.

Los seres vivos no podemos ser estudiados ni analizados fuera de nuestro contexto evolutivo, los seres vivos somos ecológicos, es decir interdependientes tanto a nivel intra-especie como a nivel inter-especie y la interdependencia supera incluso la dimensión biológica y pasa por los ciclos biogeoquímicos y los flujos de energía, y pasa también por la interdependencia de la conciencia como sustento de la cultura. Morin (1984), dice: "... los seres vivos, son sistemas abiertos que solo pueden ser definidos ecológicamente, es decir, en sus interacciones con el entorno, que forma parte de ellos tanto como ellos mismos forman parte de él" (p. 74).

Los seres vivos somos sistemas abiertos por excelencia, puesto que realizamos intercambios de energía con entidades externas que nos modifican y a los cuales también transformamos, por otra parte, el sistema cerrado es una utopía con unas condiciones que solo puede cumplir el universo mismo, eso si no tenemos en cuenta la posibilidad real de la existencia de múltiples universos, caso en el cual tampoco sería un sistema cerrado (García, 2006).

La variada y rica experiencia de la vida de nuestro ecosistema planetario, producto de la coevolución de miles o millones de especies en un conjunto calamitoso de eventos de construcción y destrucción, le presenta a un individuo de cualquier especie el camino del aprendizaje que puede ser entendido como evolución a partir de un evento o como adaptación a las condiciones cambiantes originadas por el evento. En todo caso, la biodiversidad planetaria es el resultado del orden de los ciclos biogeoquímicos, de los flujos de energía de las cadenas tróficas y del desorden de la vida y de la muerte Morin (1984).

El complejo fenómeno de la vida, que se expresa en un individuo de cualquier especie y que adquiere dimensiones extraordinarias cuando incorporamos la organización de su especie en las interacciones necesarias para su supervivencia con otras especies y con los flujos de energía y los ciclos biogeoquímicos, no está determinado únicamente por la información genética de su programación cromosómica, sino que depende de la indeterminación de las influencias de un entorno cambiante, favorable u hostil a supervivencia y replicación (García, 2006).

La modernidad generó divisiones profundas entre el hombre y la naturaleza. La res extensa de Descartes, citado por Hernández y Salgado (2011) hace referencia a la visión mecanicista de la realidad (la naturaleza) y la separa y diferencia del hombre como ser vivo, consciente y pensante sobre sí mismo, el yo. Sin embargo,

ahora entendemos que el complejo fenómeno de la vida, que se expresa en un individuo de cualquier especie y que adquiere dimensiones extraordinarias cuando incorporamos la organización de su especie en las interacciones necesarias para su supervivencia con otras especies y con los flujos de energía y los ciclos biogeoquímicos, no está determinado únicamente por la información genética de su programación cromosómica, sino que depende de la indeterminación de las influencias de un entorno cambiante, favorable u hostil a supervivencia y replicación. Como dice Morin (1984) los organismos vivos distan de poder asimilarse al concepto reducido de la fábrica, así se comparten equivalencias en la medida que hay procesos y resultados, junto con entradas y salidas de materia y energía, debido a un elemento fundamental: la autoorganización.

Nuestro ecosistema planetario, el tercer planeta de un sol ubicado en la periferia de la galaxia, Gaia como dice Lovelock (1982) o la Pacha Mama de los pueblos originarios de América, lo es todo para los humanos que lo habitamos, o lo era al menos hasta hace unos pocos años cuando surge la utopía de los viajes espaciales y la colonización extraterrestre, pero superando este aspecto que no es menor y superando también el hecho de que la conciencia y el conocimiento, primero positivo y clásico y hoy cuántico, nos permite explorar los insondables confines del origen mismo del universo lo que pareciera que nos despega un poco de la gravedad confiable de la tierra que nos mantiene atados para bien y para mal a ella, y nos desliga a través del pensamiento y el nuevo saber a la posibilidad de viajar a conocer otros mundos, otras galaxias y con los agujeros de gusano como dice Hawking (2011) incluso a otros universos.

La referencia de Morin (1992) a la existencia de dos paradigmas en la relación hombre naturaleza, que sería preferible llamar hombre ecosistema y cultura, identifica una estructura de

pensamiento donde el hombre está incluido en lo natural y lo entiende como parte del ecosistema reconociendo su diferenciación en la naturaleza humana; de otra parte y en la tradición platónica se prescribe al hombre en disyunción con el ecosistema.

Posiblemente, la visión biocentrista en contraposición a la antropocentrista, pueda lograr conjugar la condición particular humana diferenciada del ecosistema y a la vez entender la función misma del hombre como especie dentro de un ecosistema al que pertenece transformado por el mismo y que a su vez ese ecosistema lo determina y transforma no solo como especie sino como individuo y como organización social, es decir a través de la cultura (Ereú, 2021).

Sin embargo, no tratamos, como dice Morin (1992) de hipostasiar el paradigma del biocentrismo de forma irreductible, considerando que esta forma de entender la relación hombre ecosistema cultura, es a su vez una característica de la organización sociocultural que subyace en la estructura civilizatoria actual.

Pocos elementos tan complejos como el ecosistema planetario en donde es evidente como menciona Morin (1984) el desorden, el ruido y el error. El ecosistema planetario integra a la especie humana como la generadora de otro sistema igualmente complejo el de la sociedad que genera y recrea la cultura, la cual es producto de la incorporación de ese saber en el patrimonio cultural particular de cada individuo, que es transformado por él y que a su vez transforma el saber que genera la cultura, aclarando que con saber entendemos conocimientos ligados a las emociones y a la imaginación. Ecosistema y cultura interactúan y son el organismo autoorganizado que llamamos planeta tierra, que es más y menos que el mismo ecosistema planetario y la cultura (Angel-Maya, 2000).

Morín (1994) hace un ejercicio comparativo entre individuo, especie y sociedad, describiendo la forma en la que cada concepto está embebido en el siguiente. En este análisis surge la necesidad de aclarar que ninguno de los conceptos es central o superior a los otros dado que ellos se retroalimentan y si se quiere se pueden hasta contradecir; bien podríamos preguntarnos como lo hace Morín, el individuo está al servicio de la sociedad o la sociedad se supedita al interés del individuo, en el mismo sentido se puede hacer el ejercicio con el concepto especie e individuo.

Los vacíos y los entredichos entre el hombre, la especie y la sociedad son la afirmación de la contradicción que le da sustento a la complejidad humana. Sin embargo, siempre se puede estudiar el individuo o la especie o la sociedad de forma aislada en un espacio-tiempo determinado, soslayando la complejidad auto organizacional, esto da como resultado un determinismo científico que simplifica la realidad (Morín, 1994). Como dice Morín (1984) los organismos vivos distan de poder asimilarse al concepto reducido de la fábrica, así se comparten equivalencias en la medida que hay procesos y resultados, junto con inputs y outputs de materia y energía, debido a un elemento fundamental: la autoorganización.

El método

Morin (1984) plantea tres consideraciones para desarrollar el carácter hologramático del conocimiento:

1. El Todo es más que la suma de las partes (principio bien extraído y por lo demás intuitivamente reconocido a todos los niveles macroscópicos), puesto que a su nivel no solo surge una macro-unidad, sino también emergencias que son cualidades/propiedades nuevas.

2. El Todo es menos que la suma de las partes (puesto que estas, bajo

el efecto de los constreñimientos resultantes de la organización del todo, pierden o ven cómo se inhiben algunas de sus cualidades o propiedades).

3. El Todo es más que el todo, puesto que el todo en tanto que todo retro actúa sobre las partes que a su vez retro actúan sobre el todo (dicho de otro modo, el todo es más que una realidad global, es un dinamismo organizacional).

Siguiendo a Morín (1984) en el sentido que la diversidad organiza la unidad que organiza, propongo el escenario del ecosistema planetario como el todo de referencia para nutrir el análisis de los postulados de la relación todo/partes, en sus tres proposiciones:

1. El todo es más que la suma de las partes. El ecosistema planetario es un organismo auto-eco-organizado, un sistema abierto que interactúa con muchos elementos cósmicos, con la gravedad del sol que lo mantiene en órbita, con la interacción con los demás planetas del sistema solar, recrea una pugna gravitatoria con su satélite lunar, recibe radiación de su estrella y de estrellas ubicadas a millones de kilómetros y permanentemente es bombardeado por meteoritos y restos de cuerpos estelares que han divagado por eones alrededor del universo.

El tercer planeta recrea el milagro de la vida y bullen en el millones de organismos complejos producto del azar de la recombinación genómica organizados por leyes sociales que recrean y destruyen cultura permanentemente. Ese planeta, organismo autoorganizado no puede entenderse solo como la suma algorítmica del conjunto de individuos y subsistemas que lo conforman y habitan, es en sí mismo un sistema de organización diferente, que responde a estímulos y reacciona de manera distinta a la que lo harían los organismos que lo conforman, tiene cualidades y propiedades propias y nuevas, entre ellas su propia magnitud.

2. El todo es menos que la suma de las partes. Las mismas condiciones que le dan al ecosistema planetario su condición de supra organización evidenciada por la ciencia clásica con sus instrumentos y tecnología que determinan por ejemplo la reacción del planeta a la concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera, y que le permite dentro de algunas cosmovisiones entenderlo como ser vivo (GAIA, Pacha Mama), Lovelock (1982); hace que el planeta pueda privar a los elementos y sistemas que lo conforman de sus características esenciales. El ecosistema planetario es su dimensión totalizante constriñe la expresión de características inherentes de ecosistemas locales, por ejemplo, el calentamiento global impide que ecosistemas estratégicos como los páramos pierdan elementos de los servicios ecosistémicos que los caracterizan como la biodiversidad o la captura de carbono.

3. El todo es más que el todo. La interacción permanente inherente a las condiciones de un ecosistema, de todos los ciclos biogeoquímicos, de los flujos de energía, de las cadenas tróficas, de la biodiversidad y de la cultura, “es más que una realidad global, es un dinamismo organizado” (Morin 1984). El planeta como estructura autoorganizada es una unidad en sí misma que actúa sobre sus ecosistemas locales y estos a su vez retro actúan sobre él en permanente transformación.

La vida es un fenómeno complejo y se podría decir que la vida humana lo es aún más, no quiero decir que sea más importante o relevante dentro del ecosistema planetario en un sentido antropocentrista, por el contrario, se reitera que la coevolución de la especie humana con las otras millones de especies y su interacción con los ciclos biogeoquímicos y los flujos de energía nos hace a todas las especies íntimamente interdependientes, a pesar también de que la cadena trófica y los ciclos de biodiversidad

asignen roles determinantes a algunas especies (Ángel-Maya, 1996).

Así, el hombre está lejos de ser el centro del ecosistema planetario en términos de su relevancia para el sostenimiento de la vida, bien pudiera desaparecer de la faz de la tierra y la vida seguiría emergiendo vital y poderosa. La célula como estructura compleja que sustenta la vida es producto de la determinación de la información genética que replica instrucciones y del aleo de la expresión de esa información en un ambiente hostil que permite expresar algunas características intrínsecas del organismo y otras no, de tal manera que, en ciclos repetidos de autoorganización, alguna determinación genética se encapsula como información recesiva y otra puede emerger cambiando el fenotipo e incluso el mismo genotipo (Morín, 1984, p. 334).

Existe incluso la idea de que algunos elementos complejos de la célula como las mitocondrias fueron parásitos que fueron absorbidos por un hospedero y este se convierte en cooperador, asegurando funciones vitales para la célula, tanto en aspectos metabólicos como genéticos, Morín (1994, p. 332). Todo en la naturaleza es la expresión del mutualismo, del mimesis, del azar y de la determinación.

Es hermosa la paradoja que plantea Morín (1984) al evidenciar que la gran maravilla de lo viviente sobre la máquina es precisamente la muerte, que se constituye en la forma perfecta de la renovación de la vida. La muerte como aberración y desorden se aleja de los principios generativos de la máquina que espera detener la entropía confiando en sus elementos constituyentes, la vida, por otra parte, necesita de la muerte como un proceso de reorganización permanente. La muerte permite evolucionar a niveles más densos de complejidad, cada ciclo nos acerca a la entropía y al crecimiento gracias a la relación orden/desorden certidumbre/incertidumbre.

La existencia de los individuos dentro del conjunto de una especie reviste, según Morin (1984) una importancia que ha sido minimizada por la biología clásica que exalta el axioma “no más ciencia que de lo general”. Los individuos dan el carácter diferenciador y singular en la estructura de la relación de los sistemas complejos, a pesar de que no hablamos de niveles de complejidad, hay magnitudes en relación con la cantidad de individuos u elementos de un sistema. El hombre, por ejemplo, es un complejo entramado de elementos que lo convierten en sí mismo en un sistema complejo, pero adicionalmente el hombre tiene el parámetro de la conciencia de esa complejidad y asume el rol del observador de los sistemas con los que interactúa y que modifica con esa observación y qué producto de esa observación también él, el hombre, resulta modificado (García, 2006).

La interacción del hombre como individuo, su autoorganización y replicación desde la singularidad está mediada por el aleo, de la reproducción sexual y de la recombinación genética aleatoria y de la expresión de ese instructivo genético determinado por las influencias indeterminadas de un ambiente externo que construye su fenotipo. En la explicación que Morin (1984) hace del rol del sujeto, en función del concepto de libertad, se puede asumir que esta depende de la conciencia, en el entendido que le permite superar de algún modo el determinismo genético y el determinismo/aleo del entorno ecosistémico. En el ejemplo de la bacteria se explica que no puede decidir más que en función de su determinación genética y de las condiciones de auto-geno-feno-eco-organización.

El hombre como entidad y sujeto ligado a su conciencia resulta ser un solitario en el universo, reconocido únicamente por sí mismo y por sus congéneres que, aunque ya somos más de 8.000 millones sobre el planeta tierra,

es un número definitivamente insignificante en el contexto universal.

¿Cómo sería una educación ambiental desde la complejidad?

Según Eschenhagen (2021) la educación ambiental es una reacción a la crisis ambiental global, y la crisis es producto de una serie de acontecimientos que se han venido dando en la humanidad (la cultura) y en el ecosistema planetario producto de la interacción de estos elementos (el ecosistema y la cultura), complejos en sí mismos, especialmente en los últimos 200 años.

La historia de la educación ambiental se separa de la más larga historia de la educación, está ligada a ella en el marco de sus orígenes pedagógicos, pero a pesar de algunas excepciones que refieren a antecedentes epistemológicos de la educación ambiental en la antigua Grecia con la visión de naturaleza de Platón, y la cosificación de lo natural con el desarrollo del proyecto moderno en la edad media, es a partir de la fase industrial del capitalismo y con la hegemonía de la economía de mercado basada en el paradigma del bienestar asentado en el consumo, que la alteración del ecosistema planetario alcanza una magnitud que amenaza la forma en la que los seres humanos hemos habitado el planeta los últimos 5000 años y que, por lo tanto, como manera de enfrentar esa crisis emerge como una necesidad y una alternativa al debacle, la educación ambiental (Ángel-Maya, 1996).

Sin embargo, en los últimos 50 años, que es el momento en el cual, gracias a los organismos multilaterales, especialmente la ONU, a través de diferentes agencias, visibiliza el problema ambiental y consolida como parte del análisis de este el traicionero concepto de “desarrollo sostenible”; es entonces cuando la educación ambiental empieza a tener un corpus propio (Eschehagen, 2015, p. 83).

Ese corpus nació ligado a la visión positivista de lo que llamaban recursos naturales y así evoluciona casi hasta nuestros días, a finales del siglo pasado y con los inicios del presente siglo se empieza a ver de forma más holística e interdisciplinaria el tema ambiental y consecuentemente la educación ambiental. En la medida que la crisis se vuelve más apremiante ha cobrado mayor importancia y vigencia la necesidad de una educación ambiental (Torres, 1998).

La educación ambiental sigue aún ligada a las disciplinas a pesar de los esfuerzos realizados en diferentes ámbitos, un ejemplo de ello es la asociación curricular del área de estudio que se hace en el sistema educativo colombiano, donde en los niveles de educación básica primaria, secundaria y media, se habla de las ciencias naturales y la educación ambiental. Aquí se asume y se liga el estudio de la educación ambiental a la visión disciplinar y reduccionista de la ciencia clásica que no reconoce la complejidad del tema ambiental en relación con sus múltiples interacciones entre la cultura, y los ecosistemas, interacciones estas que se dan en el marco de relaciones de determinación/indeterminación.

El área de las ciencias naturales y la educación ambiental, que es la forma en que está construida la estructura curricular en Colombia, es una aventura que murió sin haber iniciado. En teoría unas ciencias más complejas como la educación y el ambiente, que juntas conforman otra área del conocimiento que es diferente a las mencionadas, pretende unirse un poco artificialmente sin mediar lo que existe en las intersecciones con las ciencias naturales de la epistemología clásica (Mejía y Zambrano, 2018, p. 18).

Qué puede resultar de eso, sino una confusión de horizontes y propósitos, un Frankenstein epistemológico, que a diferencia de “*Frankenstein o el moderno Prometeo*” de Mary

Shelley (1818), que por artificios de la ciencia y la naturaleza logra obtener vida, esta suma de partes de cadáveres se mantiene sin vida.

Las ciencias naturales tratan de reducir el universo a fórmulas generalizables y se encuentran con el caos; y la educación y el ambiente (que sumadas no generan la educación ambiental), desde las complejidades del conocimiento y el comportamiento de los individuos, la cultura y los ecosistemas buscan la unidad fundamental que explique cómo funciona el cerebro en la enseñanza y el aprendizaje. Morín, lo expresa de mejor manera cuando dice:

Las ciencias naturales descubren el alea y el desorden e intentan integrarlo, pese a que eran deterministas desde el comienzo y por postulado, mientras que, más complejas por sus objetos, pero más retrasadas en su concepción de la cientificidad, las ciencias humanas intentaban expulsar el desorden. (Morín, p. 99)

El ecosistema planetario que los antiguos griegos bautizaron como naturaleza y que desde Descartes se entendió como una extensión y un objeto de estudio separado del sujeto humano que lo analiza Hernández y Salgado (2011), es producto y consecuencia en su estructura y organización de lo que Morin (1984) llama el evento.

De esta manera existen procesos biológicos determinados y relaciones estructuradas y explicadas por la ecología producto de la coevolución con las otras especies y de las interacciones con los ciclos biogeoquímicos y los flujos de energía en el sistema abierto que es el planeta, lo que a su vez lo lleva al aleo y al azar de las fluctuaciones de la reproducción misma de las especies y la recombinación aleatoria de las estructuras genómicas, a la mutación ocasionada por incidentes químicos o por la transformación causada por los rayos

cósmicos, en todo caso el evento circunstancial enriquece el flujo vital de las especies desde su búsqueda de alimento, su apareamiento, su vida y su muerte (Ángel-Maya, 2014).

La coevolución de las especies del ecosistema planetario comprende una miríada de interacciones que hacen que su control sea inimaginable para el cerebro humano y hasta para las más poderosas máquinas procesadoras construidas hasta el momento (Morín, 1994). Las adaptaciones de las diferentes especies del ecosistema en su proceso evolutivo son producto del programa y la estrategia de su información genética (determinada) y la expresión aleatoria de su fenotipo en relación con la indeterminación de las condiciones ambientales. Se refleja aquí la aparente contradicción de determinación/indeterminación, programa/estrategia, orden/aleo.

Un fenómeno particular de la adaptación de las especies es la cripsis (Picado y de Blas, 2015) donde una especie partiendo de un programa y una estrategia, concentrada en su genotipo y fenotipo, ha transformado en un periodo de tiempo su condición frente a la de otros perceptores posiblemente depredadores o presas, para parecer lo que no es, este proceso puede haber sido inicialmente estrategia, pero después paso a ser programa.

La problemática ambiental surge en el marco de las relaciones que como humanos mantenemos con nuestros congéneres mediadas por nuestros deseos de poder, de dominación, por nuestra necesidad de acumulación, de reproducción y por las características oscuras del subconsciente como la avaricia, la codicia y la lujuria, unidas todas estas facetas de la condición humana a virtudes como la compasión, la solidaridad, el respeto y el amor, producto de la complejidad que encierra el hombre como individuo y como grupo social (Leff, 2007).

El monstruo que amenaza a la humanidad en forma de crisis ambiental, somos nosotros mismos y ha sido creado por el ser humano, formamos parte del problema y él forma parte de nosotros, como dice Morín (1984) contra él se librará el “combate decisivo por toda la historia de la humanidad y quizás de la vida” (p. 86).

Sin embargo, la ausencia de una visión compleja de la aplicación indiscriminada de agro insumos que no tuvo en cuenta la relación ecosistémica de los factores de producción con los aspectos de la cultura y el comportamiento de la sociedad, llevo a que se generaran graves impactos ambientales muchos de ellos irreversibles, Rachel Carson (1964) alertó de ese problema en su icónico libro “Silent Spring”. De otra parte, ese mismo fundamento epistemológico que sigue predominando hoy en día, hace que a pesar de producir los alimentos suficientes que eliminarían el hambre que sufren muchos habitantes del planeta este fenómeno se siga presentando de forma cruel en muchos lugares del mundo, y no solo en los países pobres.

El problema de los alimentos dejó el campo de lo meramente técnico, agrícola o pecuario y paso al ámbito de la cultura y la organización de la sociedad. La FAO en innumerables informes ha evidenciado que la tercera parte de los alimentos que se producen en el mundo se desperdician por los países más ricos y por temas del manejo postcosecha, con esos alimentos que están mal distribuidos se podría alimentar a las personas que hoy en pleno siglo XXI aún padecen problemas de seguridad alimentaria (FAO, 2020).

Cuando la humanidad sobrepasa su antropocentrismo y entra a dominar el entorno y disgrega la realidad desde su visión de superviviente es cuando se siente con el derecho-obligación de sobrevivir, una vez sobrepasada la necesidad de la supervivencia seguimos viviendo con la fase antropocentrista para seguir interactuando con el entorno ya no

tan hostil a la supervivencia física en la medida que se ha dominado. Sin embargo, los entornos hostiles siguen existiendo, ahora extienden su influencia en la cultura que segrega y disgrega, transforma y ataca, reduce e impone, entonces el antropocentrismo se revela para continuar la batalla del ser humano. Desde esta perspectiva deberíamos asociar la educación ambiental a las ciencias denominadas humanas o sociales, que es el lugar donde se originan la raíz de los problemas que después afectan al ambiente.

Según Mejía y Zambrano (2018) la educación ambiental se ha alejado de los temas económicos, sociales, antropológicos y políticos y se ve reducida al estudio de los fenómenos naturales bajo una imposición de los organismos multilaterales llamada educación para el desarrollo sostenible. Desde Latinoamérica y otras regiones del mundo se impone la necesidad de que la educación ambiental debe ser política, como lo expresa Freire (1984) y debe responder a las necesidades y expectativas de la sociedad que requiere fundamentalmente un cambio en el modelo de desarrollo y de pensamiento de la modernidad.

Nuestra afirmación de que la educación ambiental debe ser una educación de la nueva ética ciudadana riñe con la visión moderna de la ciencia que separa la moral del mundo del saber y la excluye del saber científico bajo el argumento del ideal de la objetividad, ya que lo axiológico y valorativo está en el terreno de la subjetividad (Eschenhagen, 2021).

Coincidimos con Fonseca de Pineda (2018) cuando manifiesta que “la educación del futuro debe considerar saberes que son normalmente ignorados en la actualidad” (p. 337). Los profesionales de la educación debemos aprender a olvidar lo que nos habían enseñado y reconstruir un nuevo conocimiento sobre las bases de la complejidad donde las disciplinas transversalicen la comprensión y la solución de los problemas de la sociedad, esa forma

compleja y transversal de entender el mundo con seguridad transformara a las personas, a la misma sociedad y a la cultura.

El pensamiento complejo busca que, a pesar del reduccionismo imperante y casi hegemónico del mundo científico y académico, las múltiples voces se interrelacionen y que la complejidad sirva de articulador de un movimiento único (Taeli, 2010). A pesar de la parcelación del conocimiento, este nuevo enfoque en el que la Filosofía actúa como pegante generalizador abre las puertas a todas las ciencias, revisando el postulado cartesiano de sujeto que investiga y objeto investigado, la realidad permanentemente reconstruida y deconstruida al decir de Derrida (1997) no determinista y de un nuevo humanismo no antropocéntrico.

Al acompañar el recorrido del concepto complejo de educación ambiental, donde se mezcla el sustantivo educación y el adjetivo ambiental, vale la pena aclarar que esta es la denominación con que históricamente se reconoce las acciones que la sociedad ha tomado desde principios del siglo XX, en el campo educativo, para tratar de informar al público acerca de las características de los ecosistemas y de la inminencia de la crisis ambiental global y crear conciencia acerca de las modificaciones que esta crisis originará en nuestro actual estilo de vida (Luna-Cabrera et al. 2020).

Sin embargo, nuestros argumentos esperan sostener que una denominación más adecuada al proceso de cambio de paradigma que permita que la sociedad en su conjunto recomponga el camino que le permita garantizar la supervivencia del hombre como especie, es el de educación para la sostenibilidad ambiental.

La complejidad es vista aquí como una superestructura de pensamiento que pretende desde un cambio paradigmático contraponerse a la visión reduccionista del mundo que ha imperado en el pensamiento hegemónico

moderno y posmoderno. Esta reflexión contemporánea sobre el concepto de ambiente se construye, al decir de Enrique Leff (2007):

...en un reencuentro de lo real y lo simbólico, en la resignificación del mundo y la naturaleza, en un entramado de relaciones de otredad entre seres y un diálogo de saberes, donde se reconfigura el ser, se reconstituyen sus identidades, y se forjan nuevos actores sociales en una política de la diferencia guiada por un deseo de saber y de justicia, en la reapropiación social del mundo y de la naturaleza.

La posición de Morin (2008) es revolucionaria en la medida que desecha la dualidad ambiente y cultura. Él afirma que la cultura es un factor de la evolución humana y que a su vez recoge toda mutación biológica que transforme el cerebro. Las circunstancias de las aplicaciones de los avances en el conocimiento como un subproducto de la ciencia y de su hija favorita la tecnología, determinan el mayor o menor uso de diferentes zonas del cerebro y del cuerpo humano; de ahí que toda transformación de la cultura es un salto cualitativo hacia la reconstrucción de las estructuras cerebrales y toda modificación de esas estructuras genera transformaciones socioculturales. Sin embargo, esta evolución no siempre es lineal o positiva según la estructura moral y ética de referencia.

En relación con la educación ambiental hemos conocido mucho en los últimos años, pero en realidad hemos hecho muy poco, no porque no se desee hacerlo, sino porque el impacto real de las acciones no representa cambios sustanciales en la crisis ambiental global. Podrían incluso algunos observadores más agudos afirmar que hemos involucionado en conciencia colectiva, teniendo en cuenta que como sociedad hemos desarrollado tecnológicamente armas tan poderosas que pueden destruir a la humanidad,

pero no hemos crecido en solidaridad, tolerancia y respeto (Eschenhagen, 2021).

Como lo dice Romero (1999) al referirse a la necesidad de construir un nuevo estatuto epistemológico para la educación, podríamos afirmar también que la educación ambiental debe separarse epistemológicamente del discurso del desarrollo sostenible y de la visión disciplinar y reducida de ambiente para construir una mirada biótica y simbólica junto a la pedagógica.

Cuando la ciencia clásica expresada en educación a través de la teoría conductista atacaba a Paulo Freire (1985) porque afirmaba que toda educación es política pienso en Morín (1994) cuando detalla en el libro *ciencia con consciencia*, que la ciencia del paradigma dominante del siglo XIX e incluso gran parte del XX, garantizaba la pureza de la ciencia como reflejo de lo real y verdadero en la medida que la teoría científica estaba aislada de la ideología.

Sin embargo, desde la complejidad se entiende que la ciencia, y por ese mismo camino la educación, progresa y evoluciona por el establecimiento de lo verdadero y del error, es decir, progresa a través del reconocimiento de la verdad y de la denuncia del error, del engaño y la mentira. La ciencia política desenmascara la mentira y la combate.

Vale aclarar que una ciencia ideologizada que no admite su propia necesidad de falsabilidad, como diría Popper (1962) es una doctrina y esto se aleja de la complejidad por su determinismo absoluto.

Según Delgado (2011) el conocimiento es una creación humana que convive con el resto de las creaciones del hombre, valdría la pena reflexionar acerca de cuáles son las creaciones del hombre. Podríamos hablar del arte, las habilidades comunicativas, la cultura, etc.; pero volvemos al tema del conocimiento que las subyace a las demás y no solo el

conocimiento en sí mismo, sino su proceso de construcción, adaptación y aplicación. No hablamos del proceso de transmisión porque el conocimiento no se puede transmitir como si fuera un objeto transable, el conocimiento representa en el entorno de la educación como ciencia y específicamente desde la pedagogía un elemento diferente para el que enseña y para el que aprende, a pesar de que hay teorías que afirma que nadie enseña a nadie. Freire (1985) llegará a decir: “Nadie educa a nadie, nadie se educa a sí mismo. Los hombres se educan entre sí mediatizados por el mundo porque nadie ignora todo, nadie lo sabe todo” (p. 86).

Sin embargo, Freire (1985) no renuncia a la diferencia que hay entre el educador y sus educandos porque es la única forma de reconocerse, no obstante, esa diferenciación es temporal, porque el acto de enseñar es solo un momento fundamental para aprender y la creación dialógica de enseñar/aprender se suspende cuando entendemos que enseñando aprendo y aprendiendo enseño. La otra equivocación es creer que el conocimiento se transmite, el conocimiento se hace desde la diferencia y es una acción transformadora para cada individuo con su propio patrimonio cultural que, aunque está influenciado por la cultura y la sociedad hay elementos que solo le corresponden a él en sus dimensiones afectivas, espirituales, cognitivas, motoras y espirituales (Mejía y Zambrano, 2018).

Desde la complejidad este componente de la investigación científica relacionado con la presentación de los informes finales o de los resultados de investigación en forma de artículos, monografías o ponencias debe entenderse en la perspectiva de que los sujetos que participan en la investigación pueden tener el doble rol de investigador e investigado como en la Investigación acción Participativa (Fals Borda, 1981), de sujetos más pasivos desde otros tipos de investigación, pero siempre entendiendo que

los individuos o las comunidades nunca puede analizarse en abstracto ni independientemente de los individuos relacionados ni de las comunidades con las que interactúa el grupo puesto que sus realidades trascienden a los mismos grupos.

Conclusiones

A pesar de que el proyecto moderno es un proceso reactivo al oscurantismo medieval que se dio de forma secuencial durante varias décadas y en el que participaron de forma diferente intelectuales de muchas tendencias y disciplinas, es Descartes quien asienta un estatuto epistemológico que determina el método científico como forma de desentrañar las verdades de la realidad del mundo a través de lo que se conoce como el racionalismo que a la postre sustentará el desarrollo de la ciencia clásica y que perdura inclusive hasta nuestros días, proceso en el que realizarán aportes significativos ilustres personajes como Spinoza, Kant, Newton, entre muchos otros.

La forma moderna de interpretar el mundo redujo la posibilidad de entenderlo en contexto y promovió grandes divisiones, por un lado, dividió el conocimiento en fragmentos llamados disciplinas, las cuales se atrincheraron en sus propios estatutos epistemológicos donde el estudio del árbol impide ver el bosque, y de otra parte generó una dualidad entre el hombre y la realidad (red extensa), a través de los conceptos de sustancia, que ha causado entre otras cosas la separación del hombre del ecosistema natural. Se construyó el ideal del científico como el observador aislado y objetivo.

La razón fue importante para superar las explicaciones del mundo que daban las creencias míticas del medioevo y para incorporar a la cultura y a la sociedad conceptos como el de libertad e ilustración. Sin embargo, la razón no se limitaba solo a una forma de entender el mundo a través de la ciencia y el método

científico, el proyecto de modernidad convirtió a la razón en un proceso de racionalización social en el cual es hegemónica la racionalidad instrumental que domina al mundo a través de la expansión del capitalismo con sus herramientas de capital y poder.

La crisis del proyecto de la modernidad afianzado en la expansión de la racionalidad instrumental reduccionista se manifiesta de múltiples maneras. Una de ellas es la imposibilidad de dar respuesta a nuevos escenarios científicos que se han abierto paso, precisamente gracias a los descubrimientos e innovaciones de las mismas ciencias clásicas; otra manifestación del conflicto del proyecto de modernidad es el problema ambiental, que junto con otras crisis globales, amenaza la existencia misma del hombre como especie en el ecosistema planetario. En este convulsionado entorno surge una forma alternativa de entender y explicar el mundo, la complejidad.

El Paradigma de la Complejidad convoca a los científicos de distintas áreas del conocimiento con el fin de construir una forma novedosa de desarrollar modelos teóricos y metodológicos, que confluyan a una forma distinta de acceder al conocimiento, es decir, se plantea una nueva epistemología que permita en las contradicciones, en la incertidumbre, en el caos, en la unidad, pero también en el orden, en la certeza y en el valor de lo individual, elaborar una explicación más ajustada del acontecimiento mundo por ahora ligado a una visión antropocentrista pero con la esperanza de derivar hacia una construcción biocentrista. Se tiene la esperanza de que el paradigma de la complejidad nos sirva para reformar aquella racionalidad de la cual se alimenta la ciencia y su hija preferida, la tecnología, que a su vez recrean el aparato social y cultural. La reforma de la complejidad distingue las disciplinas y las ciencias naturales y las ciencias sociales o humanas, pero no las separa, al contrario, las

convoca porque son necesarias para entender de forma compleja el mundo.

Referencias bibliográficas

- Ángel-Maya, A. (1996). *El reto de la vida*. Bogotá. Editorial Ecofondo.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. 2ª edición, Barcelona: Paidós Ibérica.
- Carson, R. (1964). *Primavera silenciosa: Libros de la naturaleza*. Barcelona: Editor Luis de Caroli
- Delgado, C. (2011). Hacia un nuevo saber. La bioética en la revolución contemporánea del saber. La Habana: Acuario.
- Derrida, J. (1997). *Una filosofía deconstructiva*. Zona erógena, 35. Disponible en: <http://www.jacquesderrida.com.ar/textos/filosofia_deconstructiva.htm >
- Ereú De Mantilla, E. (2021). *Fundamentos epistemológicos de la educación ambiental desde el antropocentrismo y el biocentrismo*. Revista AMBIENTIS OCCIDENTALES /Volumen 03 / Enero-Junio 2021: 62-70
- Eschenhagen, M. (2021). *Colonialidad del saber – educación ambiental: la necesidad de diálogos de saberes*. Praxis & Saber, 12(28), e11601. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n28.2021.11601>
- Eschenhagen, L. (2015). *El fracaso del desarrollo sostenible: la necesidad de buscar alternativas al desarrollo, algunas entradas*. ESPAÇO, POLÍTICAS PÚBLICAS E TERRITÓRIO: Reflexões a partir da América do Sul (Primera Ed, pp. 72–102). Recife: Editora UFPE.
- FAO (2020). Pon fin a la pérdida y el desperdicio de alimentos. Por las personas. Por el planeta. Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/publications/card/es/c/CB0641ES>
- Fals Borda, O. (1981) *La Ciencia y el Pueblo en Investigación Participativa y Praxis Rural*. Lima. Moxa Azul Editores.
- Feuerstein, R. (1990). *The theory of structural cognitive modifiability*. In B.Presseisen (Ed.), *Learning and Thinking Styles: Classroom Interaction*. Washington, DC: National Education Association.
- Fonseca De Pineda, M. E. (2018). *Complejidad, Transdisciplinariedad y Transcomplejidad*. Revista Cientific. Vol. 3, Nº 9 - Agosto-October 2018 - pág. 337/347. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.9.18.337-347>
- Freire, P. (1985): *Pedagogía del oprimido*. Montevideo, Tierra Nueva. Siglo XXI Editores.
- García Rodríguez, J. F. (2018). *APREHENSIÓN TEÓRICA DE LOS PROBLEMAS DEL HOMBRE DESDE EL PENSAMIENTO COMPLEJO Y LA TRANSDISCIPLINARIEDAD En: Investigar desde el pensamiento complejo*. Multiversidad mundo real. Ciudad de México. www.multiversidadreal.edu.mx www.edgarmorinmultiversidad.org
- García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. España. Editorial Gedisa.

- Gonfiantini, V. (2018). *DIÁLOGOS COSMOVISIVOS Y EPISTÉMICOS. DEL* real. Ciudad de México. www.multiversidadreal.edu.mx www.edgarmorinmultiversidad.org
- SUJETO MODERNO AL SUJETO META-COMPLEJO En: Investigar desde el pensamiento complejo.* Multiversidad mundo real. Ciudad de México. www.multiversidadreal.edu.mx www.edgarmorinmultiversidad.org
- Hawking, S. (2011). *La teoría del todo.* El origen y destino del universo, Ed. De Bolsillo.
- Hernández González, J, y Salgado González, S. (2011). *EL RACIONALISMO* CARTESIANO. Cuadernos de Filosofía. Duerías. Recuperado de: http://doctoradopensamientocomplejo.campusmultiversidad.org/pluginfile.php/596/mod_resource/content/6/1%20Herna%CC%81ndez%20y%20Salgado%20El%20racionalismo%20de%20Descartes.pdf
- Kuhn, T. (2004). *The Structure of Scientific Revolutions: 50th Anniversary Edition, University of Chicago Press.* Traducción española: La Estructura de las Revoluciones Científicas, traducción de Carlos Solís, segunda edición, Fondo de Cultura Económica, México.
- Leff, E., (2007) *La complejidad ambiental.* Revista Polis [En línea], 16 | 2007, Publicado el 31 julio 2012, consultado el 11 agosto 2015. URL : <http://polis.revues.org/4605> ; DOI : 10.4000/polis.4605
- Lozoya Meza, E. y Amaya Gutiérrez, S. (2018). *UNA APROXIMACIÓN AL PENSAMIENTO COMPLEJO EN LA FORMACIÓN DE INVESTIGADORES En: Investigar desde el pensamiento complejo.* Multiversidad mundo
- Lovelock, J.E. (1982). *GAIA. Una nueva visión de la vida sobre la Tierra.* Col. Ciencias de la Naturaleza. Ed. H. Blume, Madrid.
- Luna-Cabrera, G. C., Molina-Moreno, Á. A., Leonel, H. F. y Rivas-Escobar, H. M. (2020) *Transversalidad de la Educación Ambiental.* Pasto- Colombia. Editorial Universitaria Universidad de Nariño.
- Mejía Cáceres, M. A. y Zambrano, A. C. (2018). *Ciencia, cultura y educación ambiental: una propuesta para los educadores.* Cali, Colombia. Editorial Universidad del Valle.
- Morin, E. (1984). *Ciencia con consciencia.* Barcelona. España. Editorial Anthropos.
- Morin, E. (1992). *El Método IV: Las ideas, su hábitat, su vida, sus costumbres, su organización.* Madrid. Ediciones Cátedra.
- Morin, E. (1994) *El método II El Conocimiento del Conocimiento.* Madrid, Ediciones, Cátedra
- Morin, E. (2008). *El paradigma perdido.* Ensayo de bioantropología. Barcelona: Kairós.
- Nicolescu, B. (2009). *La transdisciplinariedad: Manifiesto.* Sonora, México. Editorial fue realizada por Mundo Real Edgar Morin, A.C.
- Olivé, L. (2013). *La Estructura de las Revoluciones Científicas: cincuenta años.* Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, vol. 8, núm. 22, enero, 2013, pp. 133-151 Centro de Estudios sobre Ciencia,

Desarrollo y Educación Superior
Buenos Aires, Argentina Recuperado
de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92425714007>

- Picado, R. y de Blas, M. J. (2015). *Cripsis*. Universidad CEU San Pablo Revista europea de investigación en arquitectura: REIA, ISSN-e 2340-9851, Nº. 3, 2015, págs. 131-151. recuperado 8/09/2021.
- Popper, K. R. (1962). *La Lógica de la investigación científica*. Sánchez Zabala, V. (trad.), Madrid. Editorial Tecnos.
- Rivas-Escobar, H. M., Luna-Cabrera, G. C., & Moreno-Molina, A. A. (2021). *La transversalidad de la educación ambiental en dos instituciones educativas del departamento de Nariño, Colombia*. Revista Boletín Redipe, 10(5), 232–247. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i5.1300>
- Romero Pérez, C. (1999). *Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo*, Universidad de Huelva
- Taeli Gomez F. (2010). *El nuevo paradigma de la complejidad y la educación: una mirada histórica*. Polis Revista Latinoamericana Vol. 25.
- Tobón, S. (2008). *La formación basada en competencias en la educación superior: el enfoque complejo*. Recuperado de [http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1LVT9TXFX-1VKC0TM-6YT/Formaci%C3%B3n%20basada%20en%20competencias%20\(Sergio%20Tob%C3%B3n\).pdf](http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1LVT9TXFX-1VKC0TM-6YT/Formaci%C3%B3n%20basada%20en%20competencias%20(Sergio%20Tob%C3%B3n).pdf)
- Torres, M. (1998). *Lineamientos Generales para una Política Nacional de Educación Ambiental*. Bogotá: Ministerio de Educación Ambiental.
- Torres Soler (2018), *LA COMPLEJIDAD, ¿PARADIGMA, ENFOQUE O REALIDAD?*, en Investigar desde el pensamiento complejo Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, A.C. México, 2018