

# APRENDIZAJE INTEGRAL DE LAS CIENCIAS NATURALES EN EDUCACIÓN MEDIA: VISIÓN COMPLEJA Y TRANSDISCIPLINARIA

Milvia Raquel Gómez  
Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas  
Píritu, Venezuela

## RESUMEN

La posmodernidad y la nueva visión de ciencia han develado otra cosmovisión pedagógica para el aprendizaje integral de las ciencias naturales en la educación formal. El cuestionamiento de la racionalidad instrumental del paradigma positivista de la modernidad, conjuntamente con la agotada concepción del fraccionamiento del conocimiento en disciplinas para su posterior aprendizaje, facilitó el afloramiento de esa distinta concepción cimentada en cuatro pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a vivir juntos; inconmensurable alcance al simbolizar un reto para los estudiantes de educación media a la vanguardia del informe de la UNESCO respecto al deber ser de la educación para el siglo XXI. El propósito del artículo, es reflexionar sobre las contribuciones de la nueva visión de ciencia basada en la complejidad y la transdisciplinariedad, para el aprendizaje integral de las ciencias naturales en el nivel de Educación Media. Se realizó una investigación documental, con diseño bibliográfico y enfoque metodológico cualitativo. En correspondencia con este fin se presentan, inicialmente, distintas visiones del pensamiento y los cambios paradigmáticos acaecidos en el mundo occidental en la periodificación de la historia de la humanidad; posteriormente, se describe la nueva visión de ciencia fundamentada en la teoría de la complejidad y la transdisciplinariedad; por último, se vincula la manera como podría contribuir la nueva ciencia con la cosmovisión integral del aprendizaje, con énfasis, en las ciencias naturales.

**Palabras Clave:** *Aprendizaje Integral, Ciencias Naturales, Complejidad, Transdisciplinariedad.*

Recibido: 07/05/2020

Aceptado: 23/10/2020

*In Situ.* e-ISSN: 2610-8100. Volumen 4. Número 4/Abril-Diciembre 2020/Año de publicación 2021

# INTEGRAL LEARNING OF NATURAL SCIENCES IN MIDDLE EDUCATION: VISION FROM COMPLEXITY AND TRANSDISCIPLINARITY

Milvia Raquel Gómez  
Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas  
Píritu, Venezuela

---

## ABSTRACT

Postmodernity and the new vision of science have revealed another pedagogical worldview for the integral learning of natural sciences in formal education. The questioning of the instrumental rationality of the positivist paradigm of modernity, together with the exhausted conception of the division of knowledge into disciplines for later learning, facilitated the emergence of that different conception based on four pillars: learning to know, learn to do, learn to be and learn to live together; immeasurable scope by symbolizing a challenge for high school students at the forefront of UNESCO's report on what education should be for the 21st century. The purpose of the article is to reflect on the contributions of the new vision of science based on complexity and transdisciplinarity, for the comprehensive learning of natural sciences at the secondary education level. A documentary research was carried out, with a bibliographic design and a qualitative methodological approach. Corresponding to this purpose, different visions of thought and paradigmatic changes that occurred in the Western world in the periodification of the history of humanity are initially presented; Later, the new vision of science based on the theory of complexity and transdisciplinarity is described; Finally, the way in which the new science could contribute to the integral worldview of learning is linked, with emphasis on the natural sciences.

**Keywords:** *Integral Learning, Natural Sciences, Complexity, Transdisciplinarity.*

## INTRODUCCIÓN

La visión del mundo imperante durante la época de la modernidad y la sociedad industrial, con predominio del cientificismo, la linealidad y el mecanicismo del paradigma positivista, condicionó la educación en los procesos de enseñanza y aprendizaje para estudiar al ser humano y a la sociedad, de manera dividida, con énfasis en la organización del conocimiento fragmentado en disciplinas, para su posterior descontextualización. Estas repercusiones fueron refutadas por la comunidad científica, su latente fracaso desembocó en una profunda crisis social, educativa, filosófica y del pensamiento.

En consecuencia, formamos parte del tecnicismo de la modernidad, es difícil ocultar un planeta que soporta el calentamiento global, la contaminación ambiental y la baja calidad de vida de la población, entre otros obstáculos, para que la humanidad viva en paz. Estas condiciones no pueden coexistir con la percepción de totalidad de la época postmoderna, la cual irrumpe con otra visión de mundo, de la ciencia y de la realidad social que percibe factores, como la globalización y las innovaciones científicas, facilitadas por las tecnologías de la información y la comunicación y el solapamiento de las especialidades, asentado en la sociedad del conocimiento, aunado a la episteme de la complejidad y la transdisciplinariedad.

En ese mismo sentido, la postmodernidad recomienda el diálogo para la vinculación de saberes que se creían incomparables, con el propósito de renovar eslabones entre las disciplinas y los distintos contextos, es decir, traspasar barreras infranqueables para construir nuevos conocimientos en la educación formal, siendo una opción potenciadora del aprendizaje integral de las ciencias. En esta perspectiva, se origina la locomoción de una pedagogía fundamentada en la enseñanza y en el conocimiento disciplinar a otra cosmovisión pedagógica que puntualiza el aprendizaje y el conocimiento integral, manifiesta en el informe de la UNESCO para la educación del siglo XXI, presentado por Delors (1996). El enfoque referenciado confluído por cuatro pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a vivir juntos, es para responder al compromiso de la educación con la sociedad, en la construcción de nuevos conocimientos, conceptos, hechos, ideas, habilidades, técnicas, competencias, actitudes, valores, alfabetización tecnológica y científica, para aprender a pensar y actuar frente a distintas realidades complejas en contextos inciertos e interrelacionados. Esta disposición pedagógica demanda repensar el rol del estudiante de educación media, para aprender de manera integral las áreas de formación, una de ellas, las ciencias naturales, formada por las disciplinas física, química y biología.

Ello implica, que para la adquisición de una cultura científica y la vinculación de la educación con el trabajo productivo, fundamentos del área de ciencias naturales, requieren que la nueva ciencia de la complejidad y la transdisciplinariedad se conviertan en principios, para afrontar con responsabilidad y éxito los retos que imponen los distintos ámbitos de la vida en esta época de complejidad e incertidumbre. Ante este panorama, en línea general, el propósito del artículo, es reflexionar sobre las contribuciones de la nueva ciencia basada en la complejidad y la transdisciplinariedad para el aprendizaje integral de las ciencias naturales en el nivel de Educación Media.

**Aproximación cronológica a las visiones del pensamiento en la indagación del conocimiento: confluencia para el aprendizaje de las ciencias naturales**

Aproximarse a las distintas épocas en la periodificación histórica de la humanidad,

desde la antigüedad hasta la contemporaneidad, permite divisar que se diferencian por una visión de pensamiento que direcciona la organización del conocimiento en los diferentes ámbitos de la sociedad, la educación, la enseñanza y el aprendizaje. Por ello, es preciso conocer, de manera sucinta, respecto al cómo se desarrolla el aprendizaje de las ciencias naturales en cada uno de los periodos estudiados.

La época antigua, “primer Estadio de la Evolución del Pensamiento Humano o estadio Teológico” Comte (1982, p. 9), caracterizada por el dogmatismo religioso, con omisión del aspecto científico, para conjeturar el origen del cosmos. El pensamiento común sobre el origen de las cosas, se concretó en una física reducida en los elementos: tierra, aire, agua y fuego. Así, Tales de Mileto, consideró que el Arché (génesis de las cosas) residía en el agua; para Anaxímenes, en el aire y Anaxágoras, en el espíritu o el nous; Pitágoras, en el número; Heráclito, el origen del alma estaba en el fuego; y Parménides, concibió el principio en la ontología o el ser (Gadamer, 2001).

El pensamiento antiguo refleja desaciertos para el acceso al conocimiento, al desnaturalizar el rigor científico de los enunciados con insuficientes argumentos para demostrar la verdad, según (Dilthey, 1949, p. 143) “No existe conocimiento metafísico de la naturaleza”. En cierta medida, sólo fue el resultado de la reinante ceguera de la inspiración mítica. Respecto a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, en esta etapa predominaba la inexistencia de factores como, maestros titulados en el área, escuelas, liceos, doctrinas pedagógicas exclusivas de un modelo educativo, programas de estudios organizados en asignaturas. Prevalecía el interés por la observación de la naturaleza, para la transmisión cultural de la época mediante justificaciones sobrenaturales de los fenómenos observados. La etapa de la antigüedad estaba basada en el estudio del hombre, la Grecia clásica representada por Sócrates (470 a. C.), demostró tener poco interés por la naturaleza ni lo cosmológico, calificó la virtud como ciencia, se encausó hacia la búsqueda del conocimiento verdadero, a través de la ironía y la mayéutica como método de enseñanza. Platón (427 a. C.) en la búsqueda de la verdad, consideró la coexistencia del mundo de las ideas o la moral, y de los fenómenos, constituido por las representaciones de las cosas reales; Aristóteles (384 a. C.) se inclinó por el conocimiento científico y el estudio del Ser, denominada metafísica o filosofía primera. Igualmente propuso la física como segunda ciencia teórica que estudia el Ser (Picardo y Escobar, 2002).

Es importante considerar que las visiones filosóficas de la antigüedad incidieron en la educación para la época, traducida en términos de enseñanza, basada en la transmisión cultural y en la formación de la personalidad sobre la base de la moral y la ética. Ante todo, la educación en la antigua Grecia según (Jaeger, 1997, p. 19) “consiste en (...) preceptos sobre la moralidad externa y en reglas de prudencia para la vida”. En tanto, estas poblaciones griegas carecían de un sistema educativo que indujera el aprendizaje de las ciencias naturales.

En la época de la Alta Edad Media, la ciencia soportó un dogmático declive por no calificar para la salvación eterna. La política, la religión y la teología sustituyeron la filosofía natural, imponiéndose el conocimiento en las verdades religiosas de la influyente iglesia. García (2006) sostiene que esta indiferencia fue ocasionada por la declaración del teólogo y filósofo San Agustín de Hipona, cuando negó el coexistir de la fe y la filosofía en la búsqueda de la verdad. Ello implicó, durante seis siglos, la censura de la filosofía y la ciencia, por el cierre de la Academia Platónica y la migración de los filósofos griegos al oriente.

A pesar de la censura durante 600 años, con la irrupción de la traducción de la literatura científica griega y árabe en los siglos XII y XIII, auge de la escolástica, ella resultó propicia para desarrollar aportes científicos de la ciencia natural aristotélica y perfeccionar la fe cristiana o la escolástica por la permanencia de la lógica clásica en la cultura y la educación impartida en las escuelas. No obstante, se logró conciliar fe y razón, por los aportes de Santo Tomás, así como los de Duns Escoto, en el siglo XIII, al afirmar que la ciencia era demostrable y precisa, argumento puntual para la decadencia de la escolástica. Contrario a esta última afirmación, Guillermo de Ockham, siglo XIV, declara que las verdades divinas sólo son creíbles por fe, no son demostrables.

La escolástica para entender la verdad, mezcló diferentes recursos y doctrinas de la filosofía griega. La investigación científica por los fenómenos naturales no fue de mayor cuantía, “no los enfoca sobre la base de observaciones directas, sino a partir de noticias extraídas de la tradición antigua” Abbagnano y Visalberghi (1992, p. 106). Sin embargo, la ciencia, al final de la Edad Media, se fortaleció gradualmente, con los aportes de Hugo de San Víctor, sobre la matemática y la física, quien fuera teólogo, filósofo y escritor, señaló que los elementos de un cuerpo son parte de la composición del fuego, la tierra, el agua y el aire; admitió la estructura atómica, el principio de conservación de la materia y mantuvo interés por lo místico-religioso y científico-filosófico en el campo educativo (Abbagnano y Visalberghi, citado).

En el siglo XV, con el invento de la imprenta, surge el Renacimiento en Europa, centrado en el Humanismo; dándose cambios en lo político, social, económico y religioso, que originaron la época de la Modernidad. Esto representó el retorno de la filosofía, fecundidad de las ciencias naturales y la inventiva de la técnica moderna, lo cual produjo la revolución científica. René Descartes, volcó la ciencia con el fin de descubrir la verdad mediante la razón y el atomismo, determinó “(...) dividir cada una de las dificultades a examinar en tantas partes como fuera posible y necesario para su mejor solución” Descartes (1993, p. 25). Hoy día parece una torpeza al no computar los riesgos ecológicos producidos por “(...) los fundamentos, (...) y consecuencias de las aplicaciones científicas que generan efectos sociales no deseados en el juego entre posibilidades y riesgos” Giddens, Bauman, Luhmann y Beck (1996, p. 14).

El método científico fue radical en el empirismo, surgido en el siglo XVII hasta el XVIII. Considera que el conocimiento se origina de la experiencia sensible a partir de la observación, experimentación e inducción. Este método fue iniciado por Bacon y extendido por Hobbes, Hume y Locke e influyó en la pedagogía para discurrir teorías centradas en la enseñanza, basadas en la observación y transmisión de conocimientos, desde el docente al estudiante, considerado un agente apto para copiar los contenidos. Otros educadores dejaron su huella como Ratke, quien estableció el método de la experiencia para estudiar la naturaleza y Juan Amós Comenius con su Didáctica Magna (Asprelli, 2010). En segundo año, concede atención a las ciencias físicas y naturales, además del estudio de la historia de la ciencia desde primero hasta quinto año. El conocimiento científico, era transmitido a través de la enseñanza tradicional mediante el modelo didáctico transmisión-recepción, tendente a la memorización.

El positivismo, surgido en el siglo XIX, enfatiza el descubrimiento del conocimiento a través del método científico. Fue el filósofo Auguste Comte (1798-1857), quien instauró la ciencia positiva con interpretación de los fenómenos a través de teorías y leyes. Las ciencias naturales se aprendían por descubrimiento de sus leyes, mediante observación

y experimentación. En la escuela Nueva, la enseñanza “[basada] (...) en los hechos y las experiencias en las observaciones (...) de la naturaleza; ensayos científicos de cultivo, cría de animales, trabajo de laboratorio, y trabajos cualitativos en el niño, y cuantitativos en el adolescente” Fernández Heres (1997, p. 13), facilitaba el desarrollo de habilidades científicas en las disciplinas física, química y biología.

El cientificismo de la modernidad, se caracteriza por la tendencia de impresionantes adelantos durante el siglo XIX, no obstante, “la física clásica, de Galileo, Kepler y Newton, hasta Einstein...han contribuido a la instauración de un paradigma de la simplicidad” Nicolescu (1996, p. 16); para este autor la herencia “es la existencia de un sólo nivel de Realidad” Nicolescu (citado, p. 23). El fraccionamiento de la ciencia condujo al estudio de la realidad de modo dividido a través del método científico, por ejemplo, la química, estudia los componentes y propiedades de la materia, la física considera las propiedades de los cuerpos, la energía, el espacio y el tiempo y la biología, estudia los seres vivos.

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales de modo desarticulado, desde la racionalidad positivista, impide establecer vínculos entre los fenómenos abordados, por cuanto, cada disciplina tiene un objeto particular de estudio, transmitido por docentes especialistas según didácticas especiales. Por ello, es cardinal superar esta corriente epistemológicas y optar por una posición que vincule el conocimiento.

Esta forma parcelada de aprender ciencias naturales desestimó el rol del estudiante y la complejidad del medio socio-cultural, además de no considerar la importancia para la humanidad de los efectos que acarrea una peligrosa aplicación de la ciencia. En este sentido, dieron mayor interés a un aprendizaje de los contenidos científicos, expuestos por el docente, por atención y memorización y su posterior aplicación en la solución de problemas cuantitativos.

Es importante plantear que, desde las ciencias naturales ocurrió un agotamiento de las teorías de la física clásica, fueron revocadas porque sus principios son insuficientes para probar e interpretar la dualidad onda-partícula de los procesos atómicos. En esta panorámica, se puede observar como Einstein, revolucionó los conceptos fundamentales de la física con la teoría de la relatividad de espacio y tiempo, al demostrar que no son lineales ni absolutos; Bohm, con la teoría cuántica; Bohr, con el principio de complementariedad, que enriqueció la física contemporánea; Schrödinger, con las continuidades cuánticas; Max Born, con la función de onda probabilística; Luis de Broglie, con el indeterminismo cuántico y Heisenberg, con el principio de indeterminación e incertidumbre (Buss, 1998).

De esta manera, la relatividad y la teoría cuántica reconocen que es preciso considerar “el mundo como un todo continuo, en el cual todas las partes (...) se mezclan y unen en una totalidad” Bohm (2008, p. 15). La física cuántica, es la de las posibilidades; según sus planteamientos, la realidad se construye de percepciones, captadas por el cerebro sin objeciones ni criterios, es lo que se ve, son posibles movimientos que emergen de la conciencia. Se trata de estar en varios lugares en diferentes estados a la vez, como si las mismas partículas existen en otras realidades.

Los descubrimientos científicos de las ciencias naturales y la matemática, facilitaron la escena para el surgimiento de la postmodernidad, con sus numerosos sentidos, interpretaciones y perspectiva de totalidad del siglo XXI, patentados por factores como la incertidumbre, la globalización, las tecnologías de la información y la comunicación. Este



momento histórico cultural expone una nueva visión, razón para religar conocimientos con perspectiva compleja y transdisciplinaria, la cual según Nicolescu (citado), esta palabra fue facilitada por la experiencia adquirida durante extensos periodos dedicados al estudio de la física cuántica.

Es necesario, construir el continuo del conocimiento en el aprendizaje integral de las ciencias naturales en Educación Media, desde los cimientos de la complejidad y la transdisciplinariedad, que acople elementos como la hologramática, la recursividad, el diálogo para el intercambio de saberes y la complementariedad, para abordar gran parte de la realidad desde diferentes perspectivas, por cuanto todos los puntos de vistas son valiosos para el desarrollo del pensamiento cuántico. De modo que los estudiantes puedan enfrentar y comprender las realidades complejas interrelacionadas en la naturaleza, a nivel local y global.

### **Nueva visión de ciencia: complejidad y transdisciplinariedad**

El término complejidad, habitualmente denota aquello difícil de comprender, explicar o resolver. La etimología remite a que procede del latín *complectere*; su raíz *plectere*, expresa tejer o trenzar; su prefijo *com*, expresa duplicidad. Para (Morin, 2001, p. 3) consiste en “Tejer, trenzar, mallar, ensamblar, enlazar, articular, vincular, unir el principio con el final”. De este modo, contradice el determinismo, la linealidad y la fragmentación del conocimiento en disciplinas, bases del paradigma positivista de la modernidad, niega la existencia de la única verdad, basada en la certeza que se tenía sobre la razón y el método científico. Recomendaba la vinculación del conocimiento desagregado en campos disciplinares, a través del dialogo con otros saberes que se creían incomparables, ahora traspasan barreras infranqueables para dar lugar a un todo integrado.

Los saberes repartidos en diversos campos disciplinares y la existencia de una realidad con problemas multidimensionales, globales y planetarios, representan un riesgo para la humanidad, lo cual repercute en la educación por la “habilidad (...) [del] hombre para separarse de su entorno (...) ha perdido la consciencia (...) ha extendido (...) [la] división más allá de los límites” Bohm (citado, p. 8). Es ineludible, “(...) el gran peligro que significa seguir con un proceso fragmentario de pensamiento” Bohm (citado, p. 21).

Por ello, las realidades complejas requieren del análisis del contexto, para (Morin, 1999, p. 16) “Las unidades complejas, como el ser humano o la sociedad, son multidimensionales, el ser humano es a la vez biológico, psíquico, social, afectivo, racional. La segunda comporta dimensiones históricas, económicas, sociológicas, religiosas.” Esta perspectiva apuntala diferentes visiones respecto a la multidimensionalidad del ser humano y la sociedad, para repensar las conexiones entre las disciplinas en la educación media, y en el aprendizaje de las ciencias naturales. Se estima que este cambio de visión, abra la puerta para franquear las barreras que obstaculizan las posibilidades de aprehender desde múltiples dimensiones la realidad.

Así lo asevera (Balza, 2010, p. 115) cuando expresa que es necesario “desafiar la incertidumbre para trascender los contenidos programáticos simples (...) por (...) otros de mayor alcance, explorando siempre distintos caminos, procedimientos y competencias que le ayuden a asumir actitudes renovadoras en el proceso de aprendizaje”. La multidimensionalidad, demanda abordar el aprendizaje de las ciencias naturales con visión integral, para enfrentar la complejidad social, política, cultural, ambiental, donde prevalece la

incertidumbre.

La transdisciplinariedad, está sustentada en la complejidad, presentada por Jantsch y Piaget a mediados del siglo XX, quienes cuestionan el pensamiento planteado por la ciencia positivista, al contradecir la objetividad y especialización del saber (Uribe, 2012). Para (Nicolescu, citado, p. 37) la transdisciplinariedad es “...lo que está a la vez, entre las disciplinas, a través de las diferentes disciplinas y más allá de toda disciplina. Su finalidad es la comprensión del mundo presente, y uno de sus imperativos es la unidad del conocimiento”. Esto vislumbra, que el elemento de primer orden para la vinculación, son las disciplinas, representan la trayectoria que origina la conciliación, entrecruzamiento, transversalidad y desborde disciplinar. Espera que el producto del entrecruzamiento sume el desarrollo de nuevos conocimientos, que proporcionen una panorámica integral del mundo.

También, Nicolescu (citado), expone que en la actitud transdisciplinaria, los rasgos fundamentales son el lenguaje, la apertura y la tolerancia. Plantearse la transdisciplinariedad, como fundamento que contribuye con el aprendizaje integral de las ciencias naturales en la educación media desde el aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir, permitirá a los estudiantes: a través del respeto y reconocimiento del otro compañero y del docente, superar las barreras que niegan el acercamiento disciplinar; asumir el diálogo de saberes para establecer acuerdos, ejecutar acciones comunes y armonizar una relación intersubjetiva; demostrar armonía y afinidad por el trabajo en equipo; construir múltiples vinculaciones del conocimiento científico y tecnológico, estructurado en los contenidos del diseño curricular a través de la investigación, la creatividad y el pensamiento crítico; comprender la utilidad de los conocimientos para la vida diaria, la realidad social y el ambiente.

#### **Cosmovisión actual del aprendizaje integral de las ciencias. Abordaje desde la complejidad y la transdisciplinariedad**

El elemento clave de esta centuria, es el aprendizaje a lo largo de toda la vida, propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), en el informe presentado por Delors (citado), expresa la importancia de la educación integral para el desarrollo del ser humano, plantea el aprendizaje desde los pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir, dispositivos integrados e interconectados, con énfasis en aspectos de la educación formal, no formal e informal, para fomentar una cultura de aprendizaje, perfeccionar la personalidad e impulsar la formación de ciudadanos activos, sensatos y exitosos ante la sociedad y el mundo, donde reina la ciencia y la tecnología.

Particularmente, el aprendizaje de las ciencias naturales está fundamentado en la educación científica, su finalidad consiste en preparar civiles que exhiban comportamiento y conciencia ajustada a valores, derechos y deberes ante los descubrimientos de la ciencia y la tecnología, para lo cual han de asumir decisiones responsables y con respeto para solucionar conflictos o contrariedades surgidas en su medio cotidiano y más allá de su realidad (UNESCO, 2006; Ministerio del Poder Popular para la Educación, 2017)

La premisa anterior, le concede a las ciencias naturales un encargo socio histórico; es ineludible, el reto que afrontan los estudiantes para alcanzar el aprendizaje integral, mediante la vinculación de conocimientos de física, química y biología, al abordar aspectos científicos relacionados con la salud, ambiente, alimentación y tecnología, además al-



canzar formación de ciudadanos críticos y humanistas, al enfrentar desafíos en el ámbito social y ambiental para mejorar la calidad de vida de las especies que habitan el planeta.

Es preciso expresar, que en educación media, la práctica pedagógica de las ciencias naturales, presenta un cúmulo de debilidades reflejadas en los docentes y estudiantes, el (Ministerio del Poder para la Educación, 2017, p. 38) en el documento áreas de formación en educación media general señala:

No existe comprensión ni motivación para el estudio de las asignaturas relacionadas con las ciencias naturales (...) se reducen a memorización y aplicación mecánica de fórmulas matemáticas y ecuaciones químicas que carecen de sentido y significado (...). Muchas prácticas pedagógicas que se han instaurado de manera tradicional (...), han limitado las posibilidades para que el estudiantado despierte interés en conocer y comprender los fenómenos físicos, químicos, biológicos y terrestres de nuestro mundo, en el contexto social en los cuales pueden ser observados, analizados e interpretados desde la cotidianidad de sus propias vidas.

Las debilidades expuestas, permiten reflexionar sobre los modelos, estrategias y teorías, puestas en práctica por los docentes desde los postulados de las teorías de la filosofía positivista, llegándose a la conclusión que no aportan los fundamentos necesarios para aprender ciencias naturales desde los pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir. No se puede continuar con un conocimiento segmentado en disciplinas, cuando resulta discordante con la tendencia integral del conocimiento generalizado y en exclusivo, el de las ciencias naturales.

Es importante considerar, “Si las disciplinas están compuestas de temas, y todos los temas son intrínsecamente transdisciplinarios, deducimos que cualquier disciplina es íntimamente transdisciplinar. (...) [También] Si se indaga en la propia disciplina de referencia se puede desembocar en lo transdisciplinar” De la Herrán (2011, p. 4). Por ello, deberían cambiar sus principios para enfrentar la ontología compleja del mundo y de la cotidianidad. “El estudio de la Naturaleza viva reclama una nueva metodología -la transdisciplinaria- que es diferente de la metodología de la ciencia moderna y de la metodología de la ciencia antigua del ser” Nicolescu (citado, p. 51). Así, contribuiría con la formación del estudiante en cuanto a la búsqueda de soluciones de problemas de su entorno para tener mejor calidad de vida personal y grupal.

Ahora bien, los aportes epistemológicos de la complejidad y la transdisciplinariedad, intersubjetividad y la auto-organización, dimensiones teóricas opuestas al acaparamiento del saber en una asignatura, se consideran fundamentos para el aprendizaje integral de las ciencias naturales en educación media, acoplado en los pilares de la cosmovisión pedagógica. Es importante plantear ¿de qué manera contribuye la complejidad y la transdisciplinariedad con el aprendizaje integral de las ciencias naturales?

La Conferencia Internacional sobre la Transdisciplinariedad efectuada en Zurich en el 2000, consideró la transdisciplinariedad como forma distinta de “aprendizaje y resolución de problemas involucrando la cooperación entre diferentes partes de la sociedad y la academia para enfrentar los complejos desafíos de nuestras sociedades” (CIRET-UNESCO, 2000).

De este modo, se considera que la transdisciplinariedad, es una manera diferen-

te de aprender ciencias naturales al sostener que es para construir redes de aprendizaje de diferentes contenidos signados en la disciplinas física, química y biología, no es para aprender un sólo contenido perteneciente a una materia, incluye todo aquello que esté vinculado con el contenido en estudio. Es un aprendizaje articulado que abarca un tejido de relaciones con otros saberes, el cual abre el abanico de posibilidades para la producción de conocimientos desde diferentes ámbitos de la realidad compleja, por ello contribuye con el aprendizaje integral de las ciencias naturales.

Concretamente, la transdisciplinariedad y la complejidad facilitan un aprender a conocer en ciencias naturales al crear una red de relaciones, de conceptos, metodologías, principios y aplicaciones en diferentes contextos de la química, física y biología, hasta alcanzar la comprensión y alfabetización científica, respecto a los avances científicos y tecnológicos, procedentes de la cultura occidental y oriental. Así como, su relación con diferentes aspectos de la vida, por ejemplo, obtener una cultura ambiental para el cuidado del medio, y en el ámbito personal, familiar y social para comprender la visión social de la ciencia. La transdisciplinariedad y la complejidad es una visión de ciencia más humana, se promueve que además de aprender los avances también se aprendan los efectos negativos sobre el planeta.

La visión de la realidad de la transdisciplinariedad y la complejidad está permeada por la ética para pensar lo correcto, lo bueno de manera cooperada y tolerante para unificar criterios para ecologizar el planeta. En este contexto, “Los retos mayores de nuestra época, como por ejemplo los retos de orden ético, reclaman cada vez más competencias” Nicolescu (citado, p. 36). Por ello, la transdisciplinariedad y la complejidad proporcionan el aprender a ser de las ciencias naturales, para que los estudiantes tomen conciencia de la relación existente entre el compromiso social y los procesos de la naturaleza, necesario cuando tengan que asumir decisiones y enfrentar consecuencias de posibles soluciones a problemas de orden territorial, nacional y mundial.

Además, son grandes los aportes de la complejidad y la transdisciplinariedad en cuanto se pone énfasis en el ser ético, al respecto (Tobón, 2013, p. 24) expresa:

Para actuar con ética se requiere actuar de forma sistémica (es decir, teniendo en cuenta las implicaciones de los actos en el propio desarrollo personal, en el bienestar de los demás y en el entorno ambiental), y se actúa de forma sistémica cuando se actúa con ética (siguiendo valores firmes tales como el respeto a la vida, la justicia, la verdad, la cooperación, la convivencia, la libertad, la dignidad, etc.)

De esta manera, se entrelazan la complejidad, la transdisciplinariedad y el aprender a ser, para que los estudiantes, como seres que conforman la sociedad, asuman el compromiso con el avance de la ciencia y la tecnología; entre ellos, la biotecnología. Éstos, se denominan como adelantos que han mejorado la calidad de vida, sin embargo, contienen mecanismos para autodestruir la especie. También están relacionados con la conservación del planeta, a través de la toma de decisiones y acciones, con sentido ético basado en valores, los cuales pueden consolidar o modificar actitudes y hábitos en relación con las normas existentes, ajustado al mejoramiento de la vida y a la dignidad humana. En consecuencia, será necesario aprender a identificar, seleccionar y organizar información, divulgada en medios informativos, para aplicarla con sentido crítico, juicio y significado ético, como vía para fortalecer la autoestima y valorar la salud personal y colectiva.

La transdisciplina con sus rasgos fundamentales es una opción para la apertura disciplinar, el trabajo en equipo, el diálogo con posibilidad de sobrepasar las demarcaciones impuestas en los campos del conocimiento, sus enfoques, métodos, técnicas, conceptos, entre otros. Por ello, en el aprender a vivir juntos de las ciencias naturales, los ambientes escolares se convierten en un recinto donde los elementos fundamentales son la empatía, la armonía y la interacción comunicativa, para conversar ideas, aportar soluciones, discutir, argumentar sobre las distintas visiones de pensamiento sobre el mundo y la naturaleza. Asimismo, demanda el aprendizaje cooperativo y colaborativo para trabajar en equipo de manera dinámica, sin sembrar relaciones antagónicas absurdas entre los educandos, por el contrario pretende que se propicie la opinión y colaboración entre compañeros, respecto a las producciones individuales y grupales, con el fin de perfeccionarlas y complementarlas.

La complejidad y la transdisciplinariedad se convierten en una alternativa para alcanzar el aprender hacer de las ciencias naturales, los educandos al tener contacto con los elementos de la biosfera, como parte de ella, podrán valorar la interacción hombre-naturaleza, por cuanto es necesario que aprendan la importancia del oxígeno, agua, suelo, para comprender la ciencia desde otra cosmovisión. La transdisciplinariedad facilitará la creatividad, la imaginación y la inventiva como construcción de nuevas realidades abierta a la incertidumbre. Así desarrollarán habilidades y destrezas desde las más sencillas hasta las de mayor grado de dificultad, inherentes a la actividad científica de la física, química y biología, entre ellas, la investigación, observación, uso de técnicas experimentales, comunicación de conocimientos, entre otras.

## Reflexiones Finales

La educación media simboliza un período fundamental en la contemporaneidad al tener que responder a los requerimientos del mundo globalizado, cada vez más complejo, informatizado y relativizado, además del acelerado desarrollo científico y tecnológico. Por ello, es preciso reflexionar respecto al por qué y para qué del aprendizaje de las ciencias naturales en el mencionado nivel educativo, caracterizadas por la alfabetización científica, conciencia ambiental y el significado ético del conocimiento, convirtiéndose en un importante desafío para responder a los requerimientos de la sociedad del siglo XXI.

Por ello, es pertinente replantear nuevos fundamentos que respondan al aprendizaje integral de las ciencias naturales, cosmovisión pedagógica cimentada en los pilares, aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir. Para alcanzar este propósito, es necesario cambiar la enseñanza segmentada en disciplinas como física, química y biología, encausada desde teorías del paradigma positivista, por la opción de la complejidad y la transdisciplinariedad, con sus principios de multidimensionalidad y multirefencialidad, apertura, diálogo y complementariedad.

Por tanto, es necesario que los profesores asuman la visión compleja y transdisciplinaria del aprendizaje integral de las ciencias naturales en la educación media, de modo que se inclinen por establecer una relación de conjunto de las diferentes disciplinas y saberes, para dar cabida a la crítica, reflexión, creatividad y análisis de las distintas realidades. Así, podrán presentar a los estudiantes nuevas experiencias para formar pensamientos basados en ideas originales que contribuyan con la solución de problemas del entorno socio ambiental. Además, es necesario que los estudiantes en el aprender a conocer elaboren tramas de aprendizajes al vincular conceptos, principios y aspectos de la vida cotidiana para alcanzar la alfabetización científica. En tanto, en el aprender a ser adquieran conciencia

ética al comprometerse con la sociedad y la naturaleza de no tomar decisiones que puedan acarrear consecuencias negativas para la humanidad.

Asimismo, es ineludible que en el aprender a vivir juntos de las ciencias naturales resplandezca entre estudiantes y docentes la apertura disciplinar, el trabajo en equipo, el diálogo, la empatía y el aprendizaje cooperativo. Así, como en el aprender hacer, es inevitable que los educandos tengan contacto con la naturaleza para poder valorar la interacción con el medio y adquirir experiencias relacionadas con la actividad científica a través de la creatividad y la innovación.

## REFERENCIAS

- Asprelli, M. (2010). La didáctica en la formación docente. Santa Fe, Argentina: Homo Sapiens Ediciones.
- Abbagnano, N. y Visalberghi, A. (1992). Historia de la pedagogía. España: Fondo de Cultura Económica.
- Balza, A. (2010). Complejidad, Transdisciplinariedad y Transcomplejidad. Los Caminos de la nueva ciencia. San Juan de Los Morros Venezuela: Fondo Editorial Gremial de Profesores. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. APUNESR.
- Bohm, D. (2008). La totalidad y el orden implicado. Colección Nueva Ciencia Editorial Kairós.
- Buss, H. (1998). Raíces de la Sabiduría. México: Internacional Thomson Editores.
- CIRET-UNESCO. (2000). International transdisciplinary conference. Zurich, Febr 27- Marc 1, 2000.
- Comte, A. (1982). Clasificación de las ciencias. Moscú: Progreso.
- Delors, J. (1996). La educación encierra un tesoro. Informe de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI. Madrid: Santillana UNESCO.
- Descartes, R. (1993). Discurso del método. Barcelona: Altaya.
- De la Herrán, A. (2011). Complejidad y transdisciplinariedad. Revista Educação Skepsis, 1 (2), 294-320.
- Dilthey, W. (1949). Introducción a las ciencias del espíritu. México: Fondo de Cultura Económica.
- Fernández, R. (1997). La Educación venezolana bajo el signo de la Escuela Nueva (1936-1948). Caracas: Academia Nacional de la Historia.
- Gadamer, H. (2001). El inicio de la sabiduría. Barcelona España: Ediciones Paidó Ibérica.
- García, R. (2006). Epistemología y teoría del conocimiento. Salud Colectiva, 2(2), 113-122.

- Giddens, A., Bauman, Z., Luhmann, N. y Beck, U. (1996). Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo. Josetxo Beriain (Comp.), Barcelona España: Arthropo.
- Jaeger, W. (1997). Paideia. Santa Fe de Bogotá: FCE.
- Ministerio del Poder Popular para la educación (2017). Áreas de formación en educación media general. Caracas: Autor.
- Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Paris: UNESCO.
- Morin, E. (2001). Introducción al pensamiento complejo. Barcelona, España: Gedisa.
- Nicolescu, B. (1996). La transdisciplinariedad: Manifiesto. México: Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, A.C.
- Picardo, O. y Escobar, J. (2002). Educación y Sociedad del Conocimiento: Introducción a la filosofía del Aprendizaje (Pensar y Enseñar a aprender a partir de la historia). San José Costa Rica: Imprenta Obando S.A.
- Tobón, S. (2013). Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación. Bogotá: ECOE
- UNESCO (2006). Habilidades para la vida. Contribución desde la educación científica en el marco de la Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible. Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias.
- Uribe, C. (2012, enero/junio). Interdisciplinariedad en investigación: ¿colaboración, cruce o superación de las disciplinas? Universitas Humanística, 73, 147-172. Recuperado de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/univhumanistica/article/view/3633bogotá-colombia>.

---

**Milvia Raquel Gómez:** Profesora en Ciencias Naturales y Matemática, Mención Química, Universidad Pedagógica Experimental Libertador - Instituto Pedagógico de Barquisimeto (UPEL-IPB); Magister en Educación, Mención Enseñanza de la Química, Universidad Pedagógica Experimental Libertador - Instituto Pedagógico de Barquisimeto (UPEL-IPB); Profesora contratada en pregrado y postgrado UNEFA, Asignaturas Química General, Química Orgánica, Diseño Instruccional y Proyecto de Intervención, tutora de Trabajos de Grado.

E-mail: [milragom@hotmail.com](mailto:milragom@hotmail.com).