



## BASES TEÓRICO-EPISTÉMICAS DE UN MODELO INTEGRADOR PARA LA FORMACIÓN CIENTÍFICA

José Luis Olivo-Franco\*

[joseolivofranci@hotmail.com](mailto:joseolivofranci@hotmail.com)

Institución Educativa Técnica Agrícola Juan Domínguez

Romero de Caracolí-Colombia

[orcid.org/0000-0002-7781-1261](https://orcid.org/0000-0002-7781-1261)

Recibido: 02/12/2019

Aprobado: 03/03/2020

### RESUMEN

Desde el marco de una ciencia holística surge la necesidad de evidenciar en la práctica educativa de los docentes de ciencias el abordaje de contenidos no solo conceptuales, sino actitudinales, axiológicos y procedimentales. Sin embargo, la mayoría de investigaciones se enfocan en el modelo de cambio conceptual y asumen que los cambios en los aspectos no conceptuales ocurren simultáneamente a estos. El estudio desarrolla una revisión teórico-epistémica sobre los modelos de formación científica y destaca autores que convergen en un modelo integrador para promover cambios en el ser, el saber y el hacer. Asimismo, se considera la realidad educativa de los procesos de formación en ciencias desde la articulación del pensamiento complejo. Se concluye sobre la pertinencia del modelo integrador para resignificar la formación científica en los estudiantes de educación básica primaria. Y finalmente, se reflexiona sobre las implicaciones didácticas, metodológicas y en la praxis docente, para lograr tal resignificación.

**Palabras clave:** modelo integrador, formación científica, aprendizaje, ciencias, complejidad.

### *THEORETICAL-EPISTEMIC BASES OF AN INTEGRATIVE MODEL FOR SCIENTIFIC TRAINING*

#### *ABSTRACT*

From the framework of a holistic science, the need arises to demonstrate the approach to content not only conceptual, but also attitudinal, axiological and procedural in the educational practice of science teachers. However, most research focuses on the conceptual change model and assumes that changes in non-conceptual aspects occur simultaneously with them. This article develops a theoretical-epistemic review on the models of scientific training and highlights authors who converge in an integrative model to promote changes in being, knowing and doing. Likewise, the educational reality of science training processes is considered from the articulation of complex thought. It concludes on the relevance of the integrative model to re-signify scientific training in students of basic primary education. And finally, it reflects on the didactic and methodological implications and on the teaching practice, to achieve such resignification.

**Key words:** integrative model; scientific training; learning; science; complexity.

---

\* **José Luis Olivo-Franco.** Licenciado en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales. Magister en Educación. Candidato a doctor en Educación de la UPEL. **Institución de adscripción:** Institución Educativa Técnica Agrícola Juan Domínguez Romero de Caracolí-Colombia.

---

## Introducción

En el ámbito de la educación en ciencias naturales se considera de suma importancia investigaciones que traten de las dificultades y problemas que presentan los estudiantes al aprender conceptos científicos. Pero sobre todo que posibiliten a través de su análisis la construcción de nuevas estrategias que aporten a la enseñanza de manera significativa de estos conceptos (Pineda y Afanador, 2014).

Por ello, es comprensible que exista un gran caudal de investigaciones encaminadas a identificar las ideas previas de los estudiantes, y los conceptos o temas que se le dificultan internalizar (Campanero & Otero, 2000). La gran mayoría de estos trabajos se enmarcan dentro de un modelo constructivista de aprendizaje denominado *cambio conceptual* (Cudmani, Pesas y Salinas, 2000).

Sin embargo, el modelo de cambio conceptual “lleva implícito la idea de que en el aprendizaje significativo los cambios conceptuales van acompañados de cambios simultáneos en los campos, axiológicos, actitudinales y ontológicos” (Cudmani, Pesa y Salinas, 2000, p. 4). Por tanto, los propios generadores del modelo sugieren la urgencia de modificarlo y contar con una visión más desarrollista de éste. Un modelo que permita evidenciar no solo los patrones de cambio, sino también la influencia mutua entre los varios componentes, así como de las interacciones de las visiones epistemológicas de los estudiantes en el aprendizaje de conceptos.

En este marco de ideas, por ejemplo, la Organización de las Naciones Unidas para el Fomento de la Educación y la Cultura (UNESCO), en *Educación para una ciudadanía mundial* (2016), señala si bien de modo más amplio, que la educación de calidad y pertinente es y seguirá siendo un desafío pendiente, por ello enfatiza en la importancia de valores, actitudes y competencias que fomente el respeto mutuo y la coexistencia pacífica. Asimismo, el reconocimiento de que los estudiantes deberían egresar de la escuela con un conocimiento básico de las ideas, procedimientos y valores de la ciencia, es tan cierto que ha llegado a ser incluso universal (Harlen, 2010).

A partir de los razonamientos desarrollados, se hace impostergable la necesidad de integrar en las estrategias utilizadas por los docentes de ciencias, elementos que no limiten a lo conceptual, y que no excluya el saber, el sentir y el hacer, por el contrario, puedan verificarse las interacciones entre estos tres ámbitos (Cudmani *et al.*, 2000; Olivo-Franco, 2017).

De ahí que el presente estudio tenga como propósito una revisión teórica epistémica sobre los modelos de formación científica y destaca autores que convergen en un modelo integrador para promover cambios en el ser, el saber y el hacer. De igual manera, se considera la realidad educativa de los procesos de formación en ciencias desde la articulación del pensamiento complejo como justificación para implementar este modelo.

---

El método que se usa es la investigación documental, muy poco referenciada desde la metodología tradicional. Mediante esta es posible regresar a las fuentes, nutrirse del pensamiento original de filósofos, autores, científicos, a partir de sus escritos, sin intermediarios y de actores de primera mano (Gómez, 2011; Vargas, 1998).

Es claro que el paradigma de investigación desde el cual se enmarca el estudio es el llamado postpositivista, emergente, cualitativo o interpretativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2010; Martínez, 2012; Rojas, 2014).

Dado que el interés central de la investigación es de carácter interpretativo y comprensivo, a partir de este dialogo con las fuentes, reelaborar un conocimiento y saberes previos producidos, suponen una modificación del fenómeno objeto de reflexión. Se afirma entonces, que desde el marco de este estudio la lógica de construcción de conocimiento se orienta hacia lo interpretativo-comprensivo, siendo una investigación reconstructiva (Vargas, 1998).

Para una mayor comprensión del marco epistémico y metodológico de la presente investigación se cita a Arnald, Del Rincón y Latorre (1998), quienes sugieren la denominación de paradigma humanístico interpretativo, y destacan tres características de este. La primera el paradigma es holístico, es decir, persigue una comprensión global del fenómeno y con ello concederle mayor fuerza y sentido. En el caso particular se hace un esfuerzo por considerar los autores y referencias que de alguna u otra manera privilegian o hacen un esbozo por favorecer un modelo integrador en la formación científica.

En segundo lugar, este paradigma es inductivo, lo cual enmarca a la investigación como un proceso de interacción entre la teoría y la realidad estudiada. Se trata entonces de descubrir en las diversas fuentes y autores que registran sobre el fenómeno en cuestión y si es posible develar nuevos significados a lo que usualmente se ha interpretado (Gómez, 2011).

Por último, concede al trabajo un carácter ideográfico, dado su singularidad, unicidad y excepción a las generalizaciones.

## Desarrollo

Uno de los primeros autores que referencia esbozos teóricos y conceptuales para un modelo integrador es Delors (1996), mediante la propuesta de una ciencia holística, presentada en el Informe de la UNESCO. Esta constituye un giro copernicano en lo didáctico-pedagógico porque se afirma que el desafío de la escuela y de los docentes es: *aprender a conocer; aprender a hacer; aprender a vivir juntos; y aprender a ser.*

---

A estos principios aún vigentes se les conoce como los cuatro pilares de la educación. Tales demandan que los docentes deben facilitar y mediar los aprendizajes, yendo más allá de los paradigmas cognitivistas e integrando aspectos tan distintivamente humanos como las emociones, habilidades, la convivencia social y ética (Maturana 2002; Mellado *et al.*, 2014; Picardo, 2002).

Estos pilares se encuentran interrelacionados entre sí, el primero es aprender a conocer. Pero teniendo en cuenta los cambios consecuencias de los avances de la ciencia, la globalización económica y social para ello hay que combinar una cultura general suficientemente amplia con la posibilidad de profundizar los conocimientos en un pequeño número de materias. Lo que supone aprender a aprender para y a lo largo de la vida. El segundo pilar es aprender a hacer cuyo fin es el de adquirir no solo una cualificación profesional sino, más generalmente una competencia que capacite a los individuos para hacer frente a diversas situaciones y a trabajar en equipo. Igualmente, aprender también a hacer en el marco de las distintas experiencias sociales o de trabajo.

Aprender a vivir juntos, es el tercer pilar que implica desarrollar la comprensión del otro y la percepción de las formas de interdependencia, proyectos comunes, resolución de conflictos, respetando los valores, el pluralismo, la comprensión mutua y la convivencia armónica. Finalmente aprender a ser, que implica el florecimiento mejor de la personalidad y obrar con creciente autonomía, de juicio y de responsabilidad personal.

Desde la perspectiva de este trabajo el reconocimiento que hace Delors (1996) de que la mayoría de los sistemas educativos privilegian la adquisición de conocimientos, en detrimento de otras formas de aprendizaje es significativo. Por tanto, importa concebir la educación, incluyendo la educación en ciencias como un todo.

Ello implica en lo relacionado a la educación en ciencias que la escuela debe desarrollar procesos de enseñanza y aprendizaje que den cuenta no solo de los conocimientos científicos o contenidos de tipo conceptual, sino de contenidos actitudinales, procedimentales y axiológicos (España, 2008, Pereira, 2016).

Posteriormente, la *Agencia Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo* [IEA] en el marco de evaluación *Trends International Mathematics and Sciences Study* (TIMSS, 2015), apuntó que en el mundo de hoy una comprensión de las ciencias es imperativa, ya que los ciudadanos requieren tomar decisiones informadas sobre ellos mismos y sobre el mundo que los rodea (TIMSS, 2009). En este mismo hilo argumental, Harlen (2010) coincide al enfatizar en la urgencia de una ciencia más holística. Para este autor el objetivo principal de la educación en ciencias debiera ser: “capacitar a todos los individuos para que informada mente tomen parte en las decisiones y participen en acciones que afecten su bienestar personal y el bienestar de la sociedad y de su medio ambiente” (Harlen, 2010, p. 1).

---

Igualmente, el *Programme for International Student Assessment* [PISA] (2015) apunta sobre la necesidad de que la población mundial tenga una formación en ciencias y enfatiza en que esta implica más que simplemente tener conocimientos científicos, abarca capacidad para aplicarlos, también ciertas habilidades y actitudes, es decir también se aboga por mirar la ciencia de una forma más holística.

En armonía con estos planteamientos al definir el concepto de competencia científica el informe de PISA (Organización para la Cooperación y el Desarrollo [OECD], 2016), lo hace mediante estos términos: “la habilidad para interactuar con cuestiones relacionadas con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo” (p. 24). Asimismo, se proponen tres (sub)competencias: a) explicar fenómenos científicamente; b) evaluar y diseñar la investigación científica; y c) interpretar datos y pruebas científicamente. Sin embargo, se hace énfasis que para desarrollar todas esas competencias se requiere de conocimientos científicos y estos son clasificados en: conocimientos de hechos, conceptos, ideas, teorías, conocimientos procedimentales y conocimientos epistémicos.

Desde la perspectiva del trabajo los autores e instituciones traídos a colación hasta el momento resultan importantes porque tal como lo señalan Sanmartí y Márquez (2017):

...la nueva aproximación al concepto de competencia científica, discrimina entre el conocimiento de métodos y estrategias para “hacer ciencia”, del conocimiento “sobre qué entendemos por ciencia”. Y también añade el campo de las actitudes (hacia la ciencia, científicas y hacia la aplicación social de la ciencia). (p.5)

Sirva lo anterior para confirmar la urgente necesidad de evidenciar en la práctica y el quehacer pedagógico de los docentes de ciencia el abordaje de estos tres tipos de contenidos y no solo los conceptuales.

### **Justificación de un modelo integrador en ciencias naturales desde el marco legal educativo colombiano**

En Colombia la ley 115 de 1994 establece la formación científica básica con fines de la educación (artículos 5, 7, 9,13). Para concretizar estos fines las competencias son adoptadas por organismos nacionales como el Ministerio Nacional de Educación (MEN), a través de la publicación de lineamientos curriculares, estándares básicos de competencias, y recientemente deberes básicos de aprendizaje (DBA), matrices de referencia, todo esto para lograr una formación científica que se aproxime a las exigencias del mundo actual.

Ahora bien, a fin de contextualizar a mayor grado la formación en ciencias naturales en la educación básica colombiana conviene reconocer primeramente que el derrotero en este caso lo enmarcan organismos internacionales como la UNESCO y la



---

## Bases epistémicas y teóricas que sustentan un modelo integrador

Las concepciones epistemológicas tienen influencia significativa sobre la manera como se ha enseñado y sobre el aprendizaje significativo de las ciencias (Cudamani *et al.*, 2000). No es de extrañar que la idea de una ciencia acabada, perfecta con generalizaciones y principios físicos idealizados haya generado la idea de una educación llamada por Freire “bancaria”, que persiste en la escuela como poseedora de un saber acabado y la falsa creencia de que su propósito es transmitirlo (Martínez, 2012).

Ahora bien, es la tendencia de las investigaciones educativas en ciencias, establecer analogías entre los procesos empleados por la comunidad científica para la convalidación de teorías y modelos y los modelos que interpretan la enseñanza y cambios generados en el aprendizaje de las ciencias por parte del estudiantado (Cudamani *et al.*, 2000). En primer lugar, una influencia destacada en el campo de la enseñanza de las ciencias es la obra de Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas* (1971).

El modelo kuhniano apunta que las teorías científicas no se evalúan mediante una comparación simple con la realidad, sino que las reglas que se usan para evaluarlas dependen de ellas mismas, y por ende no son neutrales. En consecuencia, la ciencia no se dirige hacia la obtención de la verdad científica, en contraste evoluciona a partir de la situación en que se encuentra en cada momento histórico (Laguna, Cocho & Miramontes, 2016). En el caso de la epistemología de Kuhn, se encuentran referencias a los más diversos modelos explicativos de la psicología, tales como la Gestalt, el asociacionismo de Piaget y la psicología cognitiva intrincadas tal como lo plantean Brunnetti y Ormart (2010), “en un fértil diálogo con la generación del conocimiento científico” (p. 110).

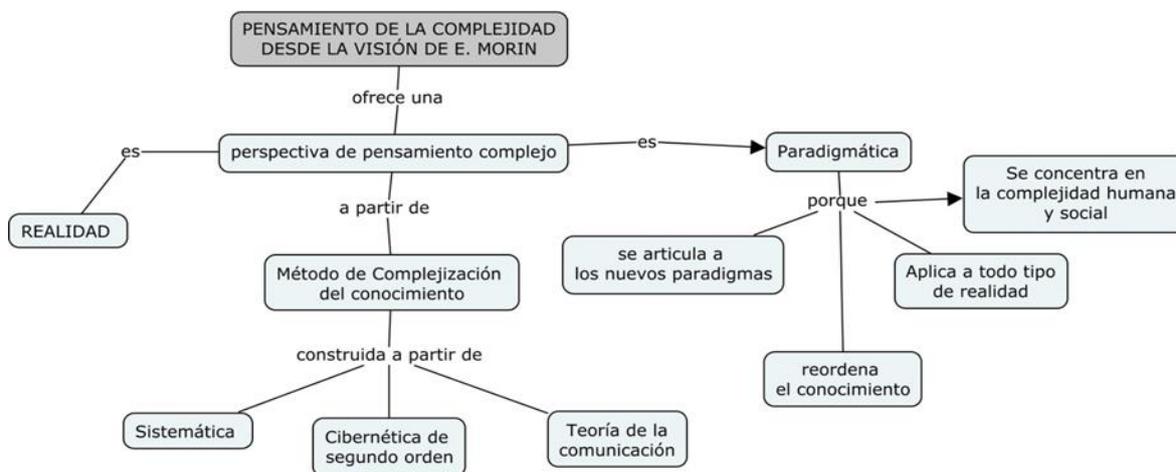
Por tanto, para estos autores Kuhn da a las cuestiones cognitivas una trascendencia destacada e intuye que en un cambio de esquema conceptual debía haber más que cuestiones estrictamente científicas. De igual forma, Kuhn ha incluido aspectos de la psicología de los procesos cognitivos, y establece una relación bidireccional, ya que ambas se encuentran mutuamente referidas (Brunnetti y Ormart, 2010).

Vale reconocer que, si bien en muchos aspectos la epistemología kuhniana ha influenciado positivamente sobre la enseñanza de las ciencias, por ejemplo, en la apertura del modelo de aprendizaje de cambio conceptual que vincula con la historia y la cultura, y supera el positivismo lógico del conocimiento científico (Cudamni, *et al.* 1997; Hewson y Thorley, 1989). El impacto de tal modelo de enseñanza restringe el concepto de progreso científico a un efecto pragmático, en el sentido de que la nueva teoría que se adopta sería aquella en la cual los resultados prácticos obtenidos sean los más efectivos.

Desde la visión y lindes epistemológicos y teóricos de esta investigación se destacan autores como Morin con el llamado pensamiento de la complejidad (Morin, 2001; 2002; 2010). Y es pertinente porque la complejidad además de permitir abordar la investigación, posibilita nuevas formas de acercamiento a los escenarios de estudio, permite asumir que la realidad constituye una cosmovisión del mundo de la vida integrada por la multifereencialidad (Wilinski, Martínez y Méndez; 2014).

Particularmente es mediante esta visión de integralidad, complejidad y transdisciplinariedad aportada por Morin (2001), a través de la cual propone trascendentales cambios al sistema educativo encaminados sobre todo a la no fragmentación de los saberes, y la reflexión acerca de lo que se enseña.

Precisando en estos hechos se enfatiza la necesidad de unos saberes necesarios: una educación que cure la ceguera del conocimiento; una educación que garantice el conocimiento pertinente; enseñar la condición humana; enseñar la identidad terrenal; enfrentar las incertidumbres; enseñar la comprensión; y, así como, enseñar la ética del género humano. La formación en estos saberes constituye una vía confiable para replantear el sentido con el que se orienta la educación en los distintos niveles del sistema educativo. En la figura 2, se puede visualizar a manera de síntesis el pensamiento de la complejidad desde la visión de Morin.



**Figura 2. Pensamiento de la Complejidad desde la visión de Morin. Elaboración propia (2019)**

Otro apunte moriniano significativo, según lo señala Osorio (2012), es integrar “lo humano como elemento constitutivo y constituyente de la complejidad” (p. 272). En este punto, Morin (2001) converge con los planteamientos de Maturana (2002), con respecto a la reivindicación de lo humano, de las emociones, el lenguaje y la convivencia, en particular en los procesos educativos.

---

Coincidiendo con lo anterior, Maturana (2002) es otro de los autores fundamentales que vale revisar. Maturana representa una contribución valiosa para la presente revisión teórico-epistémica porque reivindica lo humano sobre el racionalismo craso. Tal como lo reconoce Urbina (2013), Maturana ofrece una reflexión sobre el vacío existencial y las múltiples carencias afectivas heredado del positivismo y el racionalismo.

Partiendo de esta reflexión propone cuatro principios: 1) las emociones son el fundamento de las acciones humanas; 2) el amor es la emoción que fundamenta lo esencial; 3) las emociones sustentan el razonar al definir el espacio en que el razonar tienen validez; 4) el amor es la base de la salud fisiológica y psíquica.

Por consiguiente, para Maturana (2002), siendo la emoción el motivo de toda acción humana, sería necesario revisar cómo se dan los procesos de aprendizaje en las instituciones educativas, bajo qué emociones se producen. Así, sus interesantes posiciones se constituyen en razones que justifican un modelo integrador.

### **Modelo reticular**

Los planteamientos teóricos de Laudan *et al.* (1986), que proponen un modelo reticular el cual sostiene que un cambio en uno de los campos en la estructura cognoscitiva, no implica necesariamente un cambio holístico que abarque todas las áreas de esta. En un contraste con un modelo jerárquico de cambio conceptual, el cual, aunque reconoce los cambios ontológicos, metodológicos y axiológicos, plantean que estos ocurren de manera simultánea al cambio conceptual (Cudmani, De Salinas y Pesa, 1994).

El modelo reticular plantea que se establecen lazos entre propósitos, métodos y afirmaciones factuales. Por tanto, privilegiar uno de estos niveles no deberá hacerse, sino que las demandas axiológicas, metodológicas y factuales están íntimamente relacionadas y son interdependientes a los cambios de paradigmas científicos (Cudmani, De Salinas y Pesa, 1994; Cudmani *et al.*, 2000; Khun, 1971; Laudan *et al.*, 1986).

Vale la pena resaltar que, en la investigación educativa en ciencias, las contribuciones de Laudan concuerdan con otras que vienen insistiendo tal como lo señalan Cudmani *et al.* (2000), “sobre la necesidad de integrar contenidos, métodos, objetivos y valoraciones a fin de favorecer aprendizajes más significativos” (p. 4), sin duda esta es una de las aportaciones más importantes de Laudan, que se develan en el desarrollo de esta revisión. Desde este modelo integrador se prioriza propuestas que tengan en cuenta la complejidad del proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias y que abarquen como lo señala Solbes y Vilches (1992), cambios no solo conceptuales sino “cambios metodológicos (superación de los razonamientos de sentido común, de la

---

metodología superficial); procedimentales (referidos a la adquisición de procedimientos generales de trabajo intelectual); o epistemológicos” (p. 11).

Ahora bien, para favorecer tales cambios se hace necesario según Solbes y Vilches (1992), incorporar otras estrategias, y añade que se plantean profundizaciones en la enseñanza de conceptos, los procedimientos y los valores y actitudes, a partir de “los avances recientes en las ciencias cognitivas, en las neurociencias y en los estudios CTS, la realidad de la educación científica no formal y otros nuevos problemas educativos (p. 15).

De otro lado, se revisan además los planteamientos de Moreira, Caballero y Rodríguez, (1997), relacionados con el constructivismo social. Moreira explica desde diferentes perspectivas de aprendizaje significativo tales como la ausubeliana, piagetina, kellyana, vigotskiano, de Johnson-Laird, y finalmente, desde la teoría de Novak. Hasta esta última el aprendizaje significativo se había enfocado desde un punto de vista cognitivo, aunque reconoce que “obviamente, todos sabemos que el ser humano no es solo cognición. ¡La persona conoce, siente y actúa! (Moreira, Caballero & Rodríguez, 1997, p. 13).

De esta manera Moreira retoma el constructivismo humanista desarrollado por Novak y Gowin (1988). Aunque la disposición para aprender se rastrea desde la teoría de Ausubel es Novak, quien da un toque humanista al aprendizaje significativo (Novak & Gowin, 1998). Y es precisamente esta disposición para aprender en la que se puede percibir la importancia del dominio afectivo.

Por tanto, se hizo necesario considerar los aportes de Novak resaltados por Moreira para esta investigación y que resume bien este último en la siguiente frase: “El aprendizaje significativo subyace a la integración constructiva entre pensamiento, sentimiento y acción lo que conduce al engrandecimiento (“*empowerment*”) humano” (p. 13). Queda claro que tanto para Novak, como para Moreira una teoría educativa debe considerar que los seres humanos piensan, sienten y actúan y debe ayudar a dilucidar cómo se pueden mejorar las maneras a través de las cuales hacen las personas hacen esto.

Al finalizar este aparte, desde las proclamaciones libertarias de Maturana (2002), con respecto a los criterios de objetividad y subjetividad del positivismo craso, y con el fin de trascender de los simples límites de describir las teorías, y epistémicas que sirven de basamento a un modelo integrador de formación científica, el sujeto cognoscente en un ejercicio autopoietico propone el mapa mental presente en la Figura 3. Este representa una perspectiva mental, idiosincrática a partir del anterior diálogo o “*lenguajear*” como diría Maturana (2002, p. 65), con los autores, libros y teorías revisados.



---

o a sus ideas previas o errores conceptuales. Es necesario visibilizar otros campos y en consecuencia dificultades de tipo axiológico, actitudinal o procedimental (Solbes, 2009).

Por consiguiente, es impostergable para todos los docentes de ciencias naturales resignifiquen sus modelos de formación científica empleados en su praxis pedagógica a fin de que mediante éstos puedan promover cambios en los campos conceptuales, axiológicos, procedimentales y actitudinales en los estudiantes.

### **A manera de inconclusiones**

A partir de las consideraciones anteriores surgen algunas aproximaciones que son importantes señalar:

En primer lugar, se pudo revisar la notoria influencia de los planteamientos kuhnianos en el planteamiento de un modelo de enseñanza de cambio conceptual jerarquizado, que supone que los cambios conceptuales van acompañados de cambios axiológicos ontológicos.

En segundo lugar, revisiones epistemológicas alternativas como las de Laudan permiten plantear un modelo reticular de enseñanza, que constituye un marco epistemológico adecuado para la integración de los componentes conceptuales, procedimentales, actitudinales, y axiológicos de los contenidos científicos. En el mundo actual que se reconoce cada vez más complejo, globalizado y holístico en todos los campos incluyendo la educación, pensar en un modelo integrador para la formación científica responde coherentemente a las exigencias que implica tal visión de una realidad compleja sustentada por autores como Morin y Maturana entre otros; y con planteamientos como los de Delors, conocidos como los cuatro pilares de la educación: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos, y aprender a ser.

En tercer lugar, finalmente, un modelo integrador implica que se reconozcan no solo dificultades de tipo conceptual, sino también dificultades en los campos axiológicos, procedimental y actitudinal de los estudiantes. Por tanto, es urgente y necesario que los docentes de ciencias naturales se planteen como propósito de su praxis educativa resignificar sus modelos de formación científica a fin de promover cambios en los campos señalados.

### **Referencias**

- Arnal, J., Del Rincón, D. y Latorre, A. (1992). *Investigación Educativa: fundamentos y metodología*. Barcelona, Editorial Labor S. A.
- Brunetti, J. y Ormart, E. (2010). El lugar de la Psicología en la epistemología de Khun. *Cinta Moebio*, (38), 110-121.

- Campanero, J. y Otero, C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 2000, 18 (2), 155-169. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21652./21486>
- Cudmani, L., De Salinas, J. y Pesa, M. (1994). ¿El aprendizaje de las ciencias implica sólo un cambio conceptual? *Memorias del II Simposio de Investigadores en Educación en la Física*. Buenos Aires, 76-80.
- Cudmani, L., Pesa, M; y Salinas, J. (2000). Hacia un Modelo integrador para el aprendizaje de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 2000,18(1), 3-13. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21627/21461>
- Delors, J. (1996). *Informe de la UNESCO de la Comisión Internacional de educación para el siglo XXI, presidida por Jacques Delors*. Recuperado de [http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS\\_S.PDF](http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF)
- España, E. (2008). *Conocimiento, actitudes, creencias y valores un tema socio-científico relacionado con los alimentos*. Recuperado de <http://revista.iered.org/actual/pdf/csolarte.pdf>.
- Gómez, L. (2011). Un espacio para la investigación documental. *Revista Vanguardia Psicológica*, 1 (2); 226-233.
- Harlen, W. (2010). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias*. Association for Science Education College Lane, Hatfield, Herts. Versión en español. Recuperado de <http://innovec.org.mx/home/images/Grandes%20Ideas%20de%20la%20Ciencia%20Espaol%2020112.pdf>
- Hernández, R; Fernández, C; y Baptista. (2010). *Metodología de la investigación*. México, McGraw-Hill/Interamericana.
- Hernández, V. Gómez, L. Quintana, F. Muñoz, H. Toledo, V. Riquelme, B. Henríquez, S. Zelada, y E. Pérez. (2011). La actitud hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en alumnos de Enseñanza Básica y Media de la Provincia de Llanquihue, Región de los Lagos- Chile. *Estudios Pedagógicos*, 37, (1), 71-83. Recuperado de <http://mingaonline.uach.cl/pdf/estped/v37n1/art04.pdf>
- Hewson, P; y Thorley, R. (1989). The condition of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11 (5), 541-553.
- Khun, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. México. Fondo de Cultura Económica
- Laudan, L.; Donovan, A.; Laudan, R.; Barker, P.; Brown, H.; Leplin, J.; Thagard, P.; y Wykstra, S. (1986). Scientific change: philosophical models and historical research; *Synthese*, 69, 66-223. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00413981>
- Laguna, H.; Cocho, G. y Miramontes, P. (2016). La revolución filosófica de Kuhn. *Discusiones Filosóficas* 28, .44-66. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/difil/v17n28/v17n28a04.pdf>

- Martínez, M. (2012). *Comportamiento humano. Nuevos métodos de investigación* 2da edición. México: 1996 (reimpresión 2011). ISBN 978-968-24-5503-2
- Maturana, H. (2002). *Emociones y lenguaje en educación y política*. Edición Dolmen Ensayo.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Imprenta Nacional de Colombia.
- Moreira, M; Caballero, M.C., y Rodríguez, M. L. (1997). *Aprendizaje significativo un concepto subyacente*. En *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. 19-44. Traducción Ma. Luz Rodríguez Palmero.
- Morin, E. (1998). *Articular los saberes ¿qué saberes enseñar en la escuela?* Buenos Aires, Ediciones Nueva versión.
- Morin E. (2001). *El Método*. Paris, Cátedra.
- Morin, E. (2002). *Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo*. Corporación para el desarrollo Complexus.
- Morín, E. (2010). Complejidad restringida, complejidad general. *Revista estudios*, 8(93), 81-135.
- Novak, J. y Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Recuperado de [http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Educacion/Aprender\\_a\\_aprender.pdf](http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Educacion/Aprender_a_aprender.pdf)
- OECD (2016), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework : Science, Reading, mathematical and scientific literacy*. Paris, OECD.
- Olivo-Franco, J. (2017). Caracterización de estudiantes exitosos: Una aproximación al aprendizaje de las Ciencias Naturales. *CPU-e. Rev. Investig. Educ.*, no.25, p.114-143.
- Osorio, S. (2012). El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: Fenómenos emergentes de una nueva racionalidad. *Revista de Facultad de Ciencias económicas: Investigación y Reflexión* 20(1); 269-291. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90924279016>
- Pereira, A. (2016). *La educación científica en valores: una necesidad en el aula de ciencias naturales de secundaria*. Recuperado de <http://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3993/PEREIRA%20HERNANDEZ%20ANDRES.pdf?sequence=1>
- Picardo, O. (2002). *Educación y Realidad: Introducción a la filosofía del aprendizaje*. Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes Centroamericanos de Educación Básica o Primaria. 1. Edición Cartado, Costa Rica.
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación científica* 1(1), 1-16.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones Ciencia/ Técnica/ Sociedad (C/T/S). *Enseñanza de las Ciencias*, 1992, 10 (2), 181-186. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/39819/93186>

- 
- Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): Resumen del camino avanzado. *Revista Eureka y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1), 2-20.
- Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS] (2015). *Marcos de la evaluación*. Ina VS. Mullis O. Martin, Editores. Recuperado de [https://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:50eb17ec-6b2f-406a-9ecb-25d9957c385f/timss2015\\_web\\_espanol.pdf](https://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:50eb17ec-6b2f-406a-9ecb-25d9957c385f/timss2015_web_espanol.pdf)
- Urbina, J. (2013). La pasión de aprender. El punto de vista de los estudiantes universitarios. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 11, (2), 803-817
- Vargas, G. (1998). Algunas características epistemológicas de la investigación documental. *Revista de Ascolb*, 1 (3y 4).
- Willinski, A; Méndez, M. y Martínez, I. (2014). La complejidad como opción para la construcción de saberes en la investigación doctoral. *Revista de Pedagogía* 34-35, (94-96), 89-109.