

Enseñanza de las ciencias naturales en Educación Básica desde la integración: una revisión actualizada

*Teaching of Natural Sciences in Basic Education from integration:
An updated review*

◆ **José Luis Olivo-Franco**

joseolivofranci@hotmail.com

Código ORCID: 0000-0002-7781-1261

Institución Educativa Técnica Agrícola Juan Domínguez Romero de Caracolí, Colombia

| Artículo recibido en junio 2019

| Arbitrado en julio 2019

| Publicado en septiembre 2019

RESUMEN

Palabras clave:

Enseñanza de las ciencias; integración; interdisciplinariedad; educación básica

Hace poco existía una fuerte tendencia de modelos de enseñanza de las ciencias naturales que privilegiaban la segmentación de saberes y con ello aprendizajes aislados y descontextualizados de la vida cotidiana, en resumen meramente asignaturistas. No obstante, recientemente se impone en el campo educativo visiones de una ciencia holística y desde el pensamiento complejo y la integración ha permitido nuevas formas de desarrollar los procesos de enseñanza y aprendizaje basados en estos constructos. Este trabajo interpretativo-cualitativo planteó como objetivo revisar investigaciones adelantadas en el campo de la didáctica de las ciencias desde la integración e interdisciplinariedad registrados en las bases de datos ERIC y Scielo. Se utilizaron descriptores y un proceso que incluyó fases de preselección, cribado y selección de estos artículos. Los resultados muestran que la tendencia de una enseñanza de las ciencias que fomenten la integración de saberes redundan en aprendizajes significativos por parte del estudiantado.

ABSTRACT

Keywords:

Science teaching; integration; interdisciplinarity; basic education

Not long ago there was a strong tendency for Natural Sciences teaching models that privileged the segmentation of knowledge and with it isolated and decontextualized learning from everyday life, in short, merely subject students. However, recently, visions of a holistic Science have been imposed in the educational field and from complex thinking and integration; they have allowed new ways of developing teaching and learning processes based on these constructs. This interpretive-qualitative work aimed to review advanced research in the field of science didactics from the integration and interdisciplinarity registered in the ERIC and Scielo databases. Descriptors and a process that included pre-selection, screening and selection phases of these articles were used. The results show that the trend of science teaching that encourages the integration of knowledge results in significant learning on the part of the student body.



INTRODUCCIÓN

Las investigaciones en torno a la didáctica y epistemologías de las ciencias se sustentaron en un modelo de cambio conceptual, el cual asumía que a las transformaciones conceptuales sucedían cambios en las otras dimensiones del ser (Cudmani, Pesas y Salinas, 2000), lo que condujo a que la práctica pedagógica de los docentes de ciencias naturales (CN) en todos los niveles, particularmente, en el nivel de Educación Básica (EB) Primaria y Secundaria se viese fragmentada, con una fuerte tendencia asignaturista.

No obstante, dada la reciente influencia de principios como los de Delors (1996), que significaron un giro copernicano en cuanto a lo didáctico-pedagógico en la enseñanza de las CN, al enfocar que el desafío educativo es *aprender a conocer; aprender a hacer; aprender a vivir juntos; y aprender a ser*, por tanto, es ineludible atender a estos pilares de la educación. Adicionalmente, Harlen (2010) incluye el reconocimiento de que todos los estudiantes deberían egresar de la escuela con un conocimiento básico de las ideas, procedimientos y valores de la ciencia, esto es tan cierto que ha llegado a ser incluso universal. Sin lugar a dudas, lo anterior supone 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). Así, no es suficiente solo con verificar cambios de tipo conceptual o cognitivos, sino cambios integradores. Por tanto, modelos de enseñanza basados en la segmentación deberían superarse hacia modelos de enseñanza más integradores.

Todo lo anterior, coincide con visiones de la ciencia sustentada desde un nuevo paradigma acorde con la realidad de un mundo complejo, globalizado e interactivo, la perspectiva educativa argumenta y justifica

cada vez con mayor énfasis la multidimensionalidad y la complejidad, debido a la evolución constante y permanente de conocimientos y perspectivas (Picardo, 2002). En este orden de ideas, la complejidad se abre camino desde las CN a partir de la física, la biología, las matemáticas, y desde allí ha comenzado a permear todos los dominios del conocimiento (Salazar, 2004).

En armonía con los planteamientos anteriores, Willinski, Méndez y Martínez (2014) agregan que ha de suponerse que el pensamiento de la complejidad puede articularse a la realidad socio-educativa y en el caso particular de este trabajo de investigación a los procesos de formación en CN.

Morin (2001; 2002; 2010) es el primer autor que destaca con el llamado paradigma de la complejidad, la cual permite abordar los procesos de formación en CN desde nuevas formas de acercamiento a los escenarios de estudio; también permite asumir que la realidad constituye una cosmovisión del mundo de la vida integrada por la multifuncionalidad (Willinski, Martínez y Méndez; 2014).

Es mediante esta visión de integralidad, complejidad y transdisciplinariedad, aportada por Morin (2001) en particular, a través de la cual se proponen trascendentales cambios al sistema educativo, encaminados sobre todo a la no fragmentación de los saberes y a la reflexión acerca de lo que se enseña. De allí que se haya llegado a dos constructos importantes: *integración* y *transdisciplinariedad* emergentes desde el seno del pensamiento complejo. En cuanto a la integración de saberes, Roegiers (2007) afirma que se verifica cuando entre otras cosas el estudiantado internaliza y conecta un nuevo saber a sus saberes previos, modificando y reestructurando su mundo interior y transfiriendo los saberes que ha apropiado.

Asimismo, hablar de aprendizajes integradores debe remontarnos a sus raíces epistémicas y esto nos obliga a revisar dos

términos claves: “integrar” e “integración”. Ambos términos, según señala el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (RAE, 2019), provienen del latín *integratio* e *integratus*, y apuntan como señalan Medina, Tapia y Tapia (2017), a la “reconstrucción del todo y a la renovación” (p. 1). Siendo así, puede decirse que se trata de reconstruir el todo que se ha disgregado, a completarlo.

Como le llama él, se sustenta firmemente en contra del aprendizaje atomístico y abarrotado de cosas. Hace parte además, de unas ideas contemporáneas y novedosas sobre “la enseñanza y el aprendizaje como una teoría de la acción integradora” (p.6).

En cuanto a la transdisciplinariedad, Leal (2011), apoyado en Bertalanffy (2003), apuntó que desde la teoría general de sistemas se posibilita construir el mapa multiperspectivista de la realidad para resignificar una visión unidimensional hacia una multidimensional. De forma interesante, este autor, citando a Basarab (1996), acota:

...La transdisciplinariedad tiene por finalidad la comprensión del mundo presente desde el imperativo de la unidad el conocimiento. Su interés es la dinámica de la acción inscrita en distintos niveles de realidad, y se apoya en la existencia y percepción de los distintos niveles, en la aparición de nuevas lógicas y en la emergencia de la complejidad. (p. 33)

Por consiguiente, el aprendizaje, a partir de la interdisciplinariedad podría definirse entonces como un proceso desde el cual los estudiantes logran comprender el conjunto de conocimientos y modos de pensar desde varias disciplinas integrándolos para lograr a

su vez una nueva comprensión (Boix, 2017a; 2017b).

Este es precisamente el desafío del profesorado de CN en la actualidad en todos los niveles, pero particularmente en la edades tempranas, a fin de fomentar desde la infancia las habilidades y competencias científicas y de innovación en las instituciones Educativas Oficiales (Plan de Desarrollo Departamental del Atlántico [PDDA] 2016-2019; 2016; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2016).

MÉTODO

Esta investigación se situó desde un paradigma interpretativo/cualitativo dado que este ofrece la posibilidad de aproximarse a la complejidad de los campos de las ciencias sociales entre los que se destacan por supuesto, la educación (Hernández, Fernández y Baptista, 2010; Martínez, 2012). Es desde este marco epistémico en donde la revisión documental o bibliográfica adquiere importancia como investigación debido a que permite recoger, analizar y sintetizar información relevante sobre un tópico particular.

Igualmente, Orozco-Alvarado y Díaz-Pérez (2018) señalan algunas características importantes de este tipo de investigación entre las que se pueden destacar: su carácter descriptivo, organizado y sistemático; su carácter hermenéutico e interdisciplinario; y su carácter continuo y creativo al ofrecer al sujeto investigador libertad para establecer planteamientos y posibilidades (Morales, 2015).

Partiendo de las anteriores premisas se procedió a desarrollar las etapas o fases ilustradas en la Figura 1.



Figura 1. Diagrama con los procesos de preselección, cribado e inclusión de artículos científicos que forman parte de la revisión de estudios sobre enseñanza de las Ciencias Naturales desde la integración y la interdisciplinariedad

Allí se sintetiza el proceso de revisión documental orientado tanto por los criterios de selección evidenciados en la Tabla 1, como por los siguientes objetivos:

Revisar artículos de investigación que versen sobre la enseñanza de las CN en el nivel de Educación Básica desde una visión integradora, publicados en las bases de datos ERIC y Scielo desde el periodo de 2016 al 2019.

1. Caracterizar las diferentes investigaciones revisadas teniendo en cuenta metodología, contexto, principales resultados y aportes.

2. Analizar las contribuciones más destacadas ofrecidas por los artículos consultados en relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje de las CN.

3. Compartir con el profesorado de CN algunas recomendaciones sobre la enseñanza de las CN que promuevan aprendizajes desde visiones integradoras.

Tabla 1. Criterios de inclusión y selección

| Criterios | Descripción del criterio |
|------------------------------|---|
| Idioma | Español/inglés |
| Periodo de tiempo | De 2019-2016 |
| Formato | Artículo de revista arbitrada |
| Disciplina | Educación y psicología |
| Criterios de exclusión | Posteriores a cinco años después de 2016 |
| Otros criterios de inclusión | Artículos que versen sobre aprendizaje de la ciencia, instrucción científica en educación primaria |
| Ecuación de búsqueda ERIC | ("learning science"AND "elementary education") q=%22learning+science%22AND+%22elementary+education%22&pr=on&ft=on&ff1=subScience+Instruction&ff2=dytSince_2016 |
| SCIELO | (aprendizaje ciencias naturales) AND (educación básica) AND year_cluster:("2017" OR "2016" OR "2019" OR "2018" OR "2015") |

RESULTADOS

Los primeros resultados están representados por 33 artículos de revista (23 en ERIC y 9 en Scielo), además de los criterios ya declarados, también se tomó en cuenta que:

- versaran sobre el aprendizaje de las ciencias o CN (*learning science*) en educación Básica Primaria o como es conocida en inglés *elementary education*, aunque también se incluyeron de Básica Secundaria;
- versaran desde una visión de ciencia holística, interdisciplinaria;
- dieran cuenta de las creencias o concepciones del profesorado sobre la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia;
- fueran estudios de naturaleza cualitativa; sin embargo, también se incluyeron investigaciones que emplearon métodos cuantitativos. Finalmente se seleccionó un total de 11 artículos indizados en las bases de datos mencionadas.

Al finalizar el análisis de los trabajos del presente estudio se observó si bien aplican

diferentes métodos, técnicas e instrumentos y en consecuencia se sustentan en diferentes paradigmas de investigación sea positivista o bien emergente o postpositivista se destaca en todos estos la visión de una ciencia interdisciplinaria que sea enseñada o aprendida desde esta mirada integradora y vinculada necesariamente a los contextos del profesorado y de los estudiantes. Para ilustrarlo, los siguientes artículos aluden de forma explícita a los constructos interdisciplinaria, integración y transversalidad: Cuevas, Hernández, Leal y Mendoza (2016), Borrero y Barros (2017), Houseal (2016), Mejía (2016), Ruiz, Meneses y Venegas (2016) y Sun You (2017).

Por su parte, en los estudios de Díaz (2019), Fernández-Crispín, Ruiz, Tapia, Amaro, Rodríguez (2016), Radloff (2018), y Sahín, Deniz y Topçu (2016), se privilegia el estudio de las creencias y concepciones del profesorado acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias o de las ciencias en sí. Esto se justifica en el tendiente reconocimiento de la importancia de las subjetividades de los docentes como sujetos

a la hora de desarrollar y configurar su praxis pedagógica y quehacer educativo.

Del grupo anterior de trabajos, el de Fernández-Crispín et al. (2016) destaca dado que para fomentar una mejor comunicación se utilizó una plataforma Moodle¹. Este es un recurso para gestionar el autoaprendizaje, el aprendizaje grupal y personalizado aprendizaje que sea flexible y atractivo para el profesor para que pueda explorar diferentes sitios web o recursos de forma independiente. Además, espacios para intercambiar, recibir y enviar información en diferentes formatos electrónicos fueron promovidos desde esta propuesta.

De otro lado, Freire, Baptista, y Freire (2016) propusieron un interesante trabajo de juego de intercambio de roles entre maestros y estudiantes. Su aporte es significativo dada la potencia de vivenciar emociones como la

empatía e implicación en las responsabilidades que esto requería.

En la Tabla 2 se resumen los aspectos más importantes de cada uno de los anteriores estudios que constituyen un marco de referentes en cuanto a la ECN. A manera de organizar la información de estos trabajos se categorizaron teniendo en cuenta criterios como: investigaciones que abordaron la ciencia o las CN desde una mirada interdisciplinaria, integral u holística y trabajos que se enfocaron en el abordaje de las concepciones o creencias construidas por los docentes de ciencias sobre la enseñanza, el aprendizaje o las ciencias. Se exponen además información sobre autores, el método empleado, hallazgos y conclusiones más relevantes que desarrollaron. Con la construcción de esta tabla se concretaron los objetivos 1 y 2 planteados en este trabajo.

Tabla 2. Resumen de principales características y aportes de los artículos revisados relacionados con la enseñanza de las Ciencias Naturales desde la integración y la interdisciplinariedad en Educación Básica

| Abordaje desde una visión interdisciplinaria e integradora de la ciencia | | | |
|--|--------------------|--|---|
| Autor/Autores | Año de publicación | Método | Aportes relevantes |
| Cuevas, Hernández, Leal y Mendoza | 2016 | Descriptivo transaccional no experimental. | Halló una actitud positiva hacia la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y la tecnología por parte de los estudiantes. Las formas de enseñar y aprender ciencias e investigación tanto estudiantes como para docentes como muestran los resultados son el aprendizaje basado en proyectos y la experimentación, así como la educación científica informal. Se sugiere capitalizar la actitud positiva hacia las CN para superar la brecha de habilidades en la formación científica mediante entre otras sugerencias una enseñanza transversal |

| Abordaje desde una visión interdisciplinaria e integradora de la ciencia | | | |
|--|--------------------|---|---|
| Autor/Autores | Año de publicación | Método | Aportes relevantes |
| Mejía | 2016 | Metodología cualitativa, de tipo interpretativo y descriptivo, sin medición numérica. | Aparte de los resultados en el campo de la educación ambiental se espera contribuir a la superación de entre otras dificultades como: el reduccionismo en el proceso formativo, ausencia de una epistemología en el proceso formativo ambiental de profesores, que permita reconocer la especificidad de las ciencias para pensar la relación sociedad-naturaleza como una articulación de diferentes órdenes ni características propias del conocimiento teórico-práctico de la educación ambiental en los programas de licenciatura, como son: la interdisciplinariedad y enfoque sistémico, la integración de las ciencias naturales |
| Ruiz, Meneses y Venegas | 2016 | Descriptiva de tipo mixto. | Se concluye que las Bases Curriculares 2012, de ciencias vigente para primero hasta sexto grado del nivel primario presentaron una distribución y progresión que se alejó tanto de las metáforas propuestas por Harlen et al. (2012), para la progresión curricular, como de las características curriculares de los países con buenos resultados en TIMSS, tales como la interdisciplinariedad y el aumento progresivo de la cantidad y nivel profundidad de temas científicos. |
| Houseal | 2016 | Artículo teórico | Describe los resultados de la aplicación del modelo <i>Framework for K-12 Science Education [the Framework] and the resulting Next Generation Science Standards [NGSS]</i> . Enfatiza que la forma de aprender ciencias es transformando las aulas en lugares donde se hace ciencias. Según lo relata el autor los desarrolladores del Marco identificaron tres dimensiones clave de la alfabetización científica estas son: Prácticas científicas y de ingeniería (SEP), Conceptos transversales (CCC) e Ideas básicas disciplinarias (DCI). Los SEP incluyen lo que se considera el proceso de hacer Ciencias. Entre las anotaciones más relevantes destaca Cada una de las expectativas de desempeño de los estándares explorados en este documento demuestra cómo admiten conexiones explícitas realizadas entre las tres dimensiones. Los ejemplos dentro de la sección CCC-SEP muestran estas conexiones claramente |

| Abordaje desde una visión interdisciplinaria e integradora de la ciencia | | | |
|--|--------------------|--|---|
| Autor/Autores | Año de publicación | Método | Aportes relevantes |
| Freire, Baptista, y Freire | 2016 | Cualitativa | Mostró la importancia de unir ciencia y la educación sostenible. Propusieron la actividad de juego de roles hizo que el tema propuesto fuese relevante para los estudiantes y se vieran implicados con el tema de discusión y aprendieran sobre la energía del tema curricular. |
| Fernández-Crispín et al. | 2016 | Investigación proyectiva | Identificó y analizó los conceptos e ideas relacionados con la naturaleza de la ciencia, los conceptos científicos y la enseñanza y aprender sobre ciencia desarrollado por un grupo de profesores durante un curso de formación para la enseñanza de las ciencias. La estrategia educativa se desarrolló desde una posición crítica de Modelos expositivos y descubrimiento guiado. Los maestros asumieron el papel de estudiantes, reflexionando sobre su aprendizaje y enseñanza y, finalmente, reconstruyendo este aprendizaje en situaciones con sus alumnos. En conclusión, el taller promovió un concepto cambio relacionado con los temas y asignaturas abordadas en el aula: profesores y las ideas de los estudiantes sobre el aprendizaje de las ciencias; la evaluación de la enseñanza; el desarrollo del pensamiento creativo y crítico; y, el desarrollo de herramientas científicas |
| <u>Sahín, Deniz y Topçu</u> | 2016 | Metodología cuantitativa aplicando análisis estadístico descriptivo, regresión múltiple. | El estudio investigó en qué medida las orientaciones y la enseñanza en ciencias de los maestros de primaria turcos en servicio podrían explicarse a partir de sus creencias epistemológicas, concepciones del aprendizaje y enfoques para el aprendizaje de la ciencia. Los cuatro instrumentos utilizados en el estudio fueron: Conceptos de enseñanza de los profesores de física escolar (Gao y Watkins, 2002), la epistémica Inventario de creencias (Schraw, Bendixen y Dunkle, 2002) y las Concepciones de aprendizaje Cuestionarios de Ciencia y los enfoques de la ciencia del aprendizaje (Lee, Johanson y Tsai, 2008). Los resultados sugieren que las creencias epistemológicas, los enfoques de aprendizaje y el aprendizaje y las concepciones son factores importantes en la génesis de las concepciones de la enseñanza de la ciencia. |

| Abordaje desde una visión interdisciplinar e integradora de la ciencia | | | |
|--|--------------------|---|---|
| Autor/Autores | Año de publicación | Método | Aportes relevantes |
| Sun You | 2017 | No lo explicita | Dentro de las conclusiones que desarrolla este estudio teórico se sugiere el cambio de paradigma de un enfoque de aprendizaje de ciencias basado en un enfoque interdisciplinario, señalando que este proporciona una amplia gama de beneficios educativos deseables para estudiantes y maestros, como el incremento cognitivo y el mejoramiento de los dominios afectivos, facilita además pensamientos de orden superior como la resolución de problemas, pensamiento crítico y la reflexión metacognitiva entre otros. |
| Borrero y Barros | 2017 | Cuasiexperimental con un grupo de control | Entre las conclusiones que desarrollan está la declaración de que el modelo interdisciplinario de conexión de Cone, Werner y Cone S. aplicado entre la Educación Física y C.N permitió el aprendizaje significativo en lo conceptual, psicomotor y socio-afectivo de estas disciplinas en los estudiantes que constituyeron la muestra de estudio. |
| Radloff | 2018 | Cualitativa; Teoría fundamentada | A medida que cambian la cultura y la sociedad, también cambia el trabajo que desarrollan los científicos. Desde este reconocimiento se plantea explorar en profundidad las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia. Empleó encuestas y un enfoque fundamentado para investigar los puntos de vistas de futuros maestros de primaria de en una gran universidad de investigación intensiva en el Medio Oeste, diseñado para ayudar a los futuros maestros a aprender sobre biología utilizando experiencias basadas en la investigación, colaborativas, reflexivas y metacognitivas. Mediados con los marcos teóricos del constructivismo sociotransformativo (sTc) y la pedagogía culturalmente relevante (CRP), ambos representan enfoques educativos multiculturales para la educación científica. En conjunto, estos cambios curriculares brindaron a los futuros maestros oportunidades múltiples y regulares para expresar y explorar sus puntos de vista de la ciencia, así como sus roles como futuros maestros, ciudadanos comprometidos cívicamente y participantes en el progreso de la ciencia. |

| Abordaje desde una visión interdisciplinaria e integradora de la ciencia | | | |
|--|--------------------|---|--|
| Autor/Autores | Año de publicación | Método | Aportes relevantes |
| Díaz, M. | 2019 | Metodología cualitativa aplicó entrevistas semi estructuradas | Exploró las experiencias dentro y fuera de la escuela que podría haber influido en las creencias y actitudes de los maestros de pre-servicio de primaria hacia el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. Se identificaron varios factores dentro y fuera de la escuela que han afectado las actitudes y creencias de los participantes. Los factores en la escuela se relacionaron principalmente con las actitudes de sus antiguos maestros y el tipo de instrucción que recibieron en primaria, secundaria y preparatoria; y la dificultad con el contenido y la falta de recursos. Las experiencias fuera de la escuela estaban vinculadas a la participación de los padres y la influencia de los medios. |

CONCLUSIONES

Revisar los artículos que versasen sobre la enseñanza de las CN desde la integración y la interdisciplinariedad en el nivel de EBP ofreció la posibilidad de recabar información trascendental relacionada con este tópico particular y así concretar el objetivo 3 de este trabajo. Para iniciar, se consolidan los postulados iniciales en cuanto a que la integración y la interdisciplinariedad constituyen importantes constructos desde los cuales se resignifican la enseñanza y aprendizaje de las CN. De hecho, así lo registran los estudios revisados particularmente, Sun You (2017), quien destaca la urgencia de superar los paradigmas tradicional hacia un paradigma interdisciplinario.

En este orden de ideas, los resultados de los estudios son coherentes con los señalamientos de Morín (2001) y Maturana (2002), destacados en apartes iniciales. Y en esa línea de razonamiento, se percibe que el profesorado de CN es cada vez más consciente de la complejidad de la realidad y de su aprehensión desde esta forma de pensamiento. En contraste a la *elementitis*, término acuñado para aludir a la tendencia de aprender unos

pocos elementos y no el juego completo (Perkins, 2010).

Los hallazgos también muestran que para que se logre repensar la ECN desde la complejidad de una ciencia holística es necesario que ello se opere en la práctica en los currículos, contenidos y secuencias didácticas planificadas por el profesorado de ciencias. Es decir, deben evidenciarse en el quehacer diario en las aulas y entornos de aprendizaje, sean estos presenciales o virtuales. Asimismo, esta forma de ECN estremece las prácticas evaluativas que solo dan cuenta de los aspectos cognitivos hacia aprendizajes realmente exitosos que privilegian emociones, motivación y actitudes (Olivo-Franco, 2017, 2019).

Se destacan igualmente, los estudios que aluden a las concepciones, creencias epistemológicas y concepciones del profesorado de CN (Díaz 2019; Fernández-Crispín, et al. 2016; Radloff 2018; y Sahín, Deniz y Topçu 2016). Y dado que en el ámbito de las investigaciones ciencias de la educación cobra importancia enfocar a las creencias, concepciones, subjetividades y emociones tanto del profesorado como de

estudiantes dado su poder de configuración, influencia y transferibilidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje es pertinente. Autores como: Hugo, Sanmartí y Adúriz-Bravo, (2013); Marcos-Merino, Esteban, y Gómez (2018); Moscovici, (1979); entre otros, coinciden en enfatizar el rol de los constructos antes señalados.

Son particularmente interesantes las formas de trabajar la ECN teniendo como mediadores las Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC), como lo propuso Fernández-Crispín et al. (2016), quienes implementaron plataformas en línea que facilitan la retroalimentación entre el profesorado y estudiantes.

Dado que la tendencia, según se aprecia en el ámbito mundial, es implementar los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), *e-learning* y en fin el uso de dispositivos digitales puestos al servicio de la ECN (Camacho, 2010). Ello demuestra no solo lo pertinente del trabajo de Fernández-Crispín et al. (2016), sino la pertinencia de los hallazgos de este trabajo al poner en consideración la necesidad de reflexionar en torno a estudios desarrollados desde visiones complejas. La mayor parte de los trabajos que implementan EVA parecen indicar que su incidencia en las actitudes autorregulatorias y metacognitivas es positiva en los escolares, es necesario revisar en profundidad estos resultados (Olivo-Franco; 2017, 2019).

Puesto que en Latinoamérica cobra importancia el enfoque educativo STEM (por su acrónimo en inglés Science, Technology, Engineering) por su popularidad creciente en las políticas de estado lideradas por el Ministerio de Tecnologías y de las Comunicaciones (MinTIC, 2019), es pertinente destacar que no se revisaron estudios que aludieran explícitamente a este enfoque. No obstante, es posible que futuras búsquedas verifiquen este tipo de investigaciones con el propósito de innovación educativa en pro del aprendizaje de los estudiantes.

Así, resulta de gran valor socializar propuestas que pongan el acento en aprendizajes integradores y que implementen como mediadores las TIC, y EVA. Sin embargo, la precaria conectividad y acceso a este tipo de servicios tecnológicos de la mayor parte de la población de Latinoamérica representan un desafío enorme para disminuir esas brechas de desigualdad acentuadas en esta región (Informe de la Misión Internacional de Sabios 2019 por la Educación, la Ciencia, la Tecnología y la Innovación IMIS, 2019; Olivo-Franco 2019a).

El carácter descriptivo de este trabajo es sin duda un limitante dado que una revisión sistemática resultaría de mayor potencia y alcance en las conclusiones. No obstante, precisamente ello se constituye en continuidad o prospectiva de esta investigación.

REFERENCIAS

- Basarab, N. (1999). *The Transdisciplinary Evolution of the University. Condition for Sustainable Development*. Ediciones Rocher. Mónaco
- Bertalanffy, L. von. (2003). *Teoría general de sistemas*. Ed. Fondo de cultura económica. México
- Boix, V. (2017a). *Cinco preguntas para la enseñanza interdisciplinaria*. Project Zero Harvard Graduate School of education (Publicación interna)
- Boix, V. (2017). *Enseñar para lograr una comprensión interdisciplinaria: ¿Qué se considera un trabajo de calidad?* Project Zero Harvard Graduate School of education, (Publicación interna)
- Borrero, Y., y Barros, J. (2017). Incremento del dominio conceptual escolar con base en la interdisciplinaria. *Educación Física y Ciencia*, 19, (1), 1-15. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4399/439952932006.pdf> [Consulta: 2019, febrero 03]
- Camacho, I. (2010). *De la presencialidad al b-Learning: EESE*. Trabajo de Grado para optar al título de Doctor. Convenio Universidad de Granada España-UPEL Maracay
- 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> [Consulta: 2017, agosto 18]
- Cuevas, A., Hernández, R., Leal, B. E. y Mendoza, C. P. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18(3), 187-200. Disponible en <http://redie.uabc.mx/redie/article/view/1116> [Consulta: 2019, febrero 3]
- 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 [Consulta: 2018, junio 09]
- Díaz, M.É. (2019). Exploring Latino preservice teachers' attitudes and beliefs about learning and teaching science: What are the critical factors? *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 5(2), 574-586. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1215638.pdf> [Consulta: 2019, mayo 05]
- Fernández-Crispín, A., Ruiz, M., Tapia, A., Amaro, J., Rodríguez, A. (2016). Reflection in Action: A Key to Developing Competences for the Teaching of Science. *Athens Journal of Education*, 3(3), 261-272. doi: <https://doi.org/10.30958/aje.3-3-4>. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1216503.pdf> [Consulta: 2019, mayo 15]
- Freire, S., Baptista, M. y Freire, A. (2016). "Sustainability and Science Learning: Perceptions from 8th Grade Students Involved with a Role Playing Activity. *Universal Journal of Educational Research* 4(8): 1757-1763. Doi: 10.13189/ujer.2016.040803. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1110812.pdf> [Consulta: 2020, marzo 07]
- 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/GrandesIdeasde%20la%20Ciencia%20Espaol%2020112.pdf> [Consulta: 2018, abril 19]
- Hernández, R; Fernández, C; y Baptista. (2010). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana
- Houseal, A. (2016). A Visual Representation of Three Dimensional Learning: A Model for Understanding the Power of the Framework and the NGSS. *Electronic Journal of Science Education*, 20(9), 1-7. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1188031.pdf> [Consulta: 2019, abril 04]
- Hugo, Diana, V. H., Sanmartí, Neus, y Adúriz-Bravo, Agustín. (2013). Estilos de trabajo emocional del futuro profesorado de ciencias durante el practicum. *Enseñanza de las ciencias*, 31(1), 151-167. Doi: <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.606>
- Informe de la Misión Internacional de Sabios 2019 por la Educación, la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Colombia hacia una sociedad de conocimiento. (2019). Recuperado de <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.34599.29609> [Consulta: 2019, abril 05]
- Leal, J. (2011). *La autonomía del sujeto investigador y la metodología de investigación*. 3 era Edición. Recuperado de https://www.academia.edu/35906076/La_Autonom%C3%ADa_del_Sujeto_Investigador_y_la_Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n [Consulta: 2019, octubre 24]
- Marcos-Merino, J. M., Esteban, R., y Gómez, J. (2018). Formando a futuros maestros para abordar los microorganismos mediante actividades prácticas. Papel de las emociones y valoraciones de los estudiantes. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 1(1), 1602 https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1602
- Martínez, M. (2012). *Comportamiento humano*. Nuevos métodos de investigación 2da edición. México: 1996 (reimpresión 2011). ISBN 978-968-24-5503-2
- Maturana, H. (2002). *Transformación en la convivencia*. Santiago de Chile: Dolmen

- Medina, M., Tapia, M., y Tapia, M. (2017). El proyecto integrador de saberes: reflexiones para optimizar el aprendizaje. *Lecturas. Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 22 (234). Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd234/el-proyecto-integrador-de-saberes-reflexiones.htm> [Consulta: 2019, septiembre 04]
- Mejía, M. (2016). Una educación ambiental desde la perspectiva cultural para la formación de profesores en Ciencias Naturales. *Luna Azul*, 43, 354-385. Doi: 10.17151/luaz.2016.43.16. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n43/n43a16.pdf> [Consulta: 2019, febrero 3]
- Mellado, V; Borrachero, B; Brígido, M; Melo, L; Dávila, A; Cañada, A; Conde M; Costillo, E; Cubero, J; Esteban, R; Martínez, G; Ruiz, C; y Sánchez (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias en *Enseñanza de las ciencias* 32(3), 11-36. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5565/rev/enciencias>. [Consulta: 2019, febrero 17]
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [MinTIC] (2019). Comunicación oficial de prensa. (Junio 5 de 2019) <https://www.facebook.com/MinisterioTIC.Colombia/>
- Morín E. (2001). *El Método*. Paris: Cátedra
- Moscovici, S. (1979). *El psicoanálisis, su imagen y su público*, Buenos Aires: Huemul
- Olivo-Franco, J. (2017). Caracterización de estudiantes exitosos: Una aproximación al aprendizaje de Ciencias Naturales. *CPU-e Revista de Investigación Educativa*, 25, 114-143. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-53082017000200114&lng=es&tlng= [Consulta: 2019, agosto 06]
- Olivo-Franco, J. (2019). Interpretativa de docentes de ciencias sobre estudiantes exitosos. *Revista Complutense de Educación* 30(2), 17-34. Recuperado de <https://doi.org/10.5209/RCED.57395> [Consulta: 2019, mayo 05]
- Olivo-Franco, J. (2019a). Dewey, Freire y Maturana: educación y democracia una deuda pendiente en Latinoamérica. *DELECTUS - Revista científica, INICC-Perú*, 2(1), 9-28. Recuperado de <https://doi.org/10.36996/delectus.v2.i1.4>. [Consulta: 2019, mayo 05]
- Orozco-Alvarado, J., y Díaz-Pérez, A. (2018). ¿Cómo redactar los antecedentes en una investigación cualitativa? *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 1(2), 66-82. Doi: <https://doi.org/10.30698/recsp.v1i2.13>
- Perkins, D. (2010). *El aprendizaje pleno: Principios de la enseñanza para transformar la educación*. 1ª edición. Buenos Aires, Paidós
- 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
- Plan de Desarrollo 2016-2019. Departamento del Atlántico. "Atlántico líder". (2016). Recuperado de http://www.atlantico.gov.co/images/stories/plan_desarrollo/plan_de_desarrollo_2016_2016_definitivo.pdf
- Radloff, J. (2018). Exploring the Role of Reflexivity in Supporting Preservice Elementary Teachers' Conceptions of Science as Socially and Culturally Embedded. *Purdue University, ProQuest Dissertations Publishing, 2018. 10844188*. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?q=%22%22&ff1=subElementary+School+Science&ff2=subElementary+Education&id=ED588668> [Consulta: 2019, abril 04]
- Real Academia de la Lengua Española [RAE]. (2019). Recuperado de <https://dle.rae.es/integrar%20?m=form>. [Consulta: 2019, julio 04]
- Roegiers, X. (2007). *Pedagogía de la integración. Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza*. San José, Costa Rica: Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana y AECI. Colección IDER (Investigación y desarrollo educativo regional), 328 p. ISBN: 978-9968-818-36-0
- Ruiz, M. Montenegro, M., Meneses, A, y Venegas, A. (2016). Oportunidades para aprender ciencias en el currículo chileno: contenidos y habilidades en educación

- primaria. *Perfiles educativos*, 38(153), 16-33. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982016000300016&lng=es&tling=es. [Consulta: 2019, febrero 03]
- Sahín, E.; Deniz, H.; y Topçu, M. (2016). Predicting Turkish Preservice Elementary Teachers' Orientations to Teaching Science with Epistemological Beliefs, Learning Conceptions, and Learning Approaches in Science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11 (5), 515-534. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1114264>. [Consulta: 2019, febrero 03]
- Salazar, I. (2004). El paradigma de la complejidad en la investigación social. En *Educere Artículos arbitrados*, 8 (24), 22-25
- Sun You, H. (2017). Why Teach Science with an Interdisciplinary Approach: History, Trends, and Conceptual Frameworks. *Journal of Education and Learning*, 6(4), 66-77. doi:10.5539/jel.v6n4p66. Recuperado de https://eric.ed.gov/?q=%22learning+science%22AND+%22elementary+education%22&pr=on&ft=on&ff1=subScience+Instruction&ff2=dySince_2016&id=EJ1145260 [Consulta: 2019, abril 04]
- Unesco. (2016). Educación para la ciudadanía mundial. Preparar a los educandos para el siglo XXI. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002449/244957s.pdf>
- Willinski, A; Méndez, M; y Martínez, I: (2014). La complejidad como opción para la construcción de saberes en la investigación doctoral. *En Revista de Pedagogía* 34-35, (94-96), 89-109