



De Visiones Erróneas de la Ciencia a Opciones Epistemológicas-didácticas que Intentan Resignificarla

From Erroneous Visions of Science to Epistemological-didactic Options that try to Signify it

Recibido: 05/01/2021 | Revisado: 18/03/2021 | Aceptado: 24/02/2022 |
Online first: 2/02/2021 | Publicado: 30/06/2022



José Luis Olivo-Franco

Institución Educativa Técnica Agrícola Juan Domínguez Romero de Caracolí
(Colombia)

joseolivofranci@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7781-1261>

Resumen: Actualmente las ciencias naturales inciden sobre aspectos esenciales de los seres humanos. Por ello, surge la necesidad de evidenciar en la práctica educativa de los docentes que imparten esta asignatura la selección de contenidos que promueva en los ciudadanos la reflexión y la autodeterminación ante los problemas sociales. Sin embargo, con visiones erróneas de ciencia abarrotada de contenidos, distante del estudiantado y desde los cambios abruptos generados por la pandemia del Covid19 se complejiza este reto y las probabilidades de éxito. A propósito de lo anteriormente expuesto, este artículo desarrolla un ensayo teórico-epistémico sobre modelos de enseñanza de las ciencias y considera grosso modo algunos ejemplos de las imágenes equivocadas de la ciencia persistente en la escuela y en el profesorado que son transmitidas a su vez al estudiante, generando desinterés y apatía hacia esta. Asimismo, analiza autores que de forma explícita o implícita promueven una imagen renovada de ciencia escolar compleja, emocional y que asume desde su enseñanza cambios en las dimensiones del ser; en

Abstract: Currently the natural sciences affect essential aspects of human beings. Therefore, the need arises to demonstrate in the educational practice of teachers who teach this subject the selection of content that promotes reflection and self-determination in citizens in the face of social problems. However, with erroneous visions of science packed with content, distant from the student body and since the abrupt changes generated by the Covid19 pandemic, this challenge and the chances of success are made more complex. With regard to the above, this article develops a theoretical-epistemic essay on science teaching models and roughly considers some examples of the wrong images of persistent science in the school and in the teaching staff that are in turn transmitted to the student, generating disinterest and apathy towards it. Likewise, it analyzes authors who, explicitly or implicitly, promote a renewed image of complex, emotional school science and that assume changes in the dimensions of being from their teaching; in contrast, with the traditional vision of a dominant conceptual model until today. Finally, it concludes on the relevance of a science and didactic options that must be adopted and implemented critically and can, from the teaching praxis, influence in a reflexive way both in the same teaching exercise and in student learning.

contraste, con la visión tradicional de un modelo conceptual dominante hasta hoy. Finalmente, concluye sobre la pertinencia de una de ciencia y opciones didácticas que deben ser adoptadas e implementadas críticamente y puedan desde la praxis docente incidir de modo reflexivo tanto en el mismo ejercicio docente como en el aprendizaje del estudiantado.

Palabras clave: ciencias naturales, enseñanza de las ciencias, aprendizaje, docentes, didáctica.

Keywords: natural sciences, science education, learning, teachers, didactics.

Introducción

La importancia e incidencia de los conocimientos y aplicaciones científicas en la sociedad de antaño y actual es innegable. Es difícil encontrar un aspecto esencial para el ser humano que sea ajeno a la influencia de las ciencias¹ (Martín, 2021; Pérez y Pro, 2018). Es comprensible entonces, el interés acentuado en promover la formación o alfabetización científica desde la infancia y adolescencia en definitiva, en los futuros ciudadanos (Trends International Mathematics and Science Study [TIMSS]; 2015)

En esa misma línea, 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 fomenten el respeto mutuo y la coexistencia pacífica. Una necesidad considerada hoy universal (Harlen, 2010).

No obstante, a estas buenas intenciones, la realidad es que en la práctica en las aulas escolares la enseñanza de las ciencias sigue privilegiando los aspectos conceptuales, herencia del modelo de aprendizaje denominado Cambio conceptual, el cual lleva implícito que en el aprendizaje significativo dichos cambios van acompañados de cambios simultáneos en los campos, axiológicos, actitudinales y ontológicos (Campanero y Otero, 2000; Cudmani et al., 2000). Igualmente, se evidencian visiones deformadas de ciencia por parte del grueso de la población y estas son transmitidas muchas veces de forma implícita en y por la escuela (López, 2017; Martín, 2021).

¹ En este artículo cuando se haga referencia a las ciencias se deberá entender ciencias experimentales. Lo anterior no significa en absoluto el no reconocimiento de las ciencias sociales. Simplemente, tal hecho obedece a cuestiones de limitación teórico-conceptual y metodológica.

Lo anterior puede explicar porque, aunque son significativas y numerosas las investigaciones en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE) es preocupante que no se perciben cambios sustanciales en las aulas y la praxis del docente tiende a una ciencia escolar alejada de los problemas y necesidades que interesan a los estudiantes en su entorno. Se trata de una ciencia alejada de la calle y cuya intención es preparar para el siguiente nivel educativo, o incluso memorizar y reproducir contenidos (Perales, 2018; Pérez y Pro, 2018; Pro et al., 2019). Tales percepciones erróneas son también responsables de la apatía, desinterés por parte de los más jóvenes hacia la ciencia (Martín, 2021; Segarra et al., 2017).

Por lo tanto, si lo que se desea es contribuir desde la formación o alfabetización en ciencias a transformar a estudiantes en ciudadanos para reflexionar críticamente, promover su autorregulación y decisión ante los problemas sociales, es impostergable la necesidad de integrar en las estrategias utilizadas por los docentes de ciencias aspectos que no se limiten a lo conceptual, que no excluyan el saber, el sentir, el hacer y el saber convivir. Por el contrario, puedan verificarse interacciones entre estos tres ámbitos (TIMSS, 2015; Cudmani et al., 2000; Olivo, 2017; Olivo, 2019). Un primer paso para ello es resignificar la visión de una ciencia de solo contenidos y conceptos por una ciencia escolar que mire hacia “la calle” (Pro, Pro y Rodríguez, 2019), una ciencia vinculada sensiblemente a la vida de los estudiantes.

En este orden de ideas, a continuación, se presenta como objetivo central de este artículo realizar un ensayo teórico sobre las teorías y modelos de alfabetización científica y destacar aquellos autores que promueven una visión de ciencia escolar más próxima, humana y cambios integrales en el ser, desde los aportes de la complejidad.

Desarrollo.

Sobre las visiones erróneas de la ciencia.

Lo primero sería explicitar aquellas visiones erróneas de ciencia en la literatura científica consideradas por autores como Fernández et al. (2002), Furió et al. (1992), Petrucci (2017), Porlán et al. (1997), Pujalte et al. (2014); Robardet y Johsua (1997) y Paz y Jessup (2007). En la mayoría de los casos concuerdan con las siguientes: i) visión de ciencia empirista y ateórica; ii) visión rígida y algorítmica; iii) visión bancaria; iv) visión descontextualizada; v) visión aproblemática y ahistórica; vi) visión elitista y vii) visión androcéntrica.

En el primer caso, una visión de ciencia empirista y ateórica privilegia los procedimientos científicos observación y experimentación “neutros” (Paz y Jessup, 2007). Ignora o desconoce los sustentos teóricos y, en consecuencia, el estudiantado llega a creer que el fin último de la ciencia es descubrir una realidad preexistente

(Martín, 2021). En el segundo caso, una imagen de ciencia rígida y algorítmica conduce a concebir el proceso científico como un proceso estático y mecánico de etapas, un mero algoritmo que no puede fallar y así es asumida por el estudiantado. Esta visión junto con la tercera, es decir, la de una imagen bancaria son heredadas del positivismo radical y llevan a un ejercicio de una educación bancaria, que considera suficiente la trasmisión de contenidos (Freire, 1985; Martínez, 2012).

Cuarto, se tiene la imagen de una ciencia descontextualizada, es decir, alejada de la realidad, que ignora las dimensiones sociales y tecnológicas del conocimiento. De modo que no da cuenta de los impactos que pudiesen tener los saberes en la sociedad. En quinto lugar y relacionada con la anterior, se tiene la imagen de una ciencia aproblemática y ahistórica. En este sentido, se da por sentado el carácter procesual y evolutivo del trabajo científico, los distintos referentes o modelos en el tiempo y espacio y las dificultades que deben superarse para llegar a producir conocimiento científico. Si se profundiza en estas consideraciones puede llegarse a Kuhn (1971), cuyas presunciones advierten que las teorías científicas se evalúan desde parámetros ideadas por ellas mismas, por lo tanto, no son neutrales. Esto conduce a pensar que la verdad científica lejos de ser estática y neutra se construye desde un contexto particular, espacio y tiempo histórico (Laguna et al., 2016). No obstante, los principios epistemológicos Kuhnianos privilegian el cambio conceptual sobre el cambio en otras dimensiones y lo mismo puede observarse en modelos psicológicos como la Gestalt, el piagetino y el cognitivismo (Rainudo y Peralta, 2017).

En sexto lugar, la imagen de una ciencia elitista conduce a concebirla como un producto de un grupo selecto de seres humanos, extraños y en cierto modo ermitaños, imagen que ha sido popularizada por los medios de comunicación como la televisión, el cine o las caricaturas. (Fernández et al., 2005; Martín, 2021). Finalmente y en séptimo lugar, una ciencia androcéntrica, a través de la cual se supone el trabajo científico desempeñado y dominado por individuos de género masculino. En consecuencia, se transmite expectativas negativas sobre la ciencia y se excluye a las niñas y adolescentes, se oculta el rol que han desempeñado las mujeres en los hitos científicos (Paz y Jessup, 2007). Tal exclusión es mucho más compleja porque obedece a factores socio-políticos, religiosos, culturales y económicos en regiones como África, India y Latinoamérica principalmente (Céspedes y Robles, 2016; Guevara y Robles, 2018).

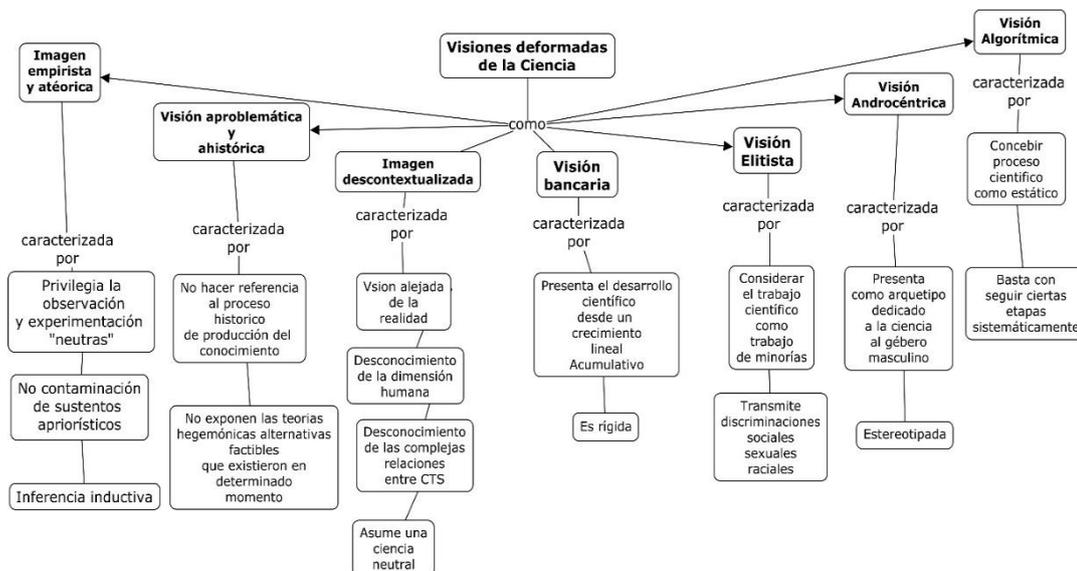
En la gráfica 1 se ha desarrollado una síntesis sobre cada una de estas visiones.

Debe señalarse que las imágenes erróneas de la ciencia según García et al. (2021), López (2017), Porlán et al. (1997) y Paz y Jessup (2021), han tenido como es de esperarse una fuerte incidencia en la enseñanza de la misma porque el profesorado tiende a reproducir y perpetuar lo que ha aprendido o a causa del “conocimiento tácito profesional” (Porlán, 2018, p. 8). En este orden de ideas, se han privilegiado tres tendencias de enseñanza de las ciencias a saber: i) una fundamentada en el dominio de los contenidos y cuyas bases se encuentran en las

visiones de ciencia bancaria, ii) una que privilegia el descubrimiento fundamentado en la imagen de una ciencia empirista y atórica y iii) una basada en el cambio conceptual que generalmente pasan por alto la dimensión humana de la ciencia (Porlán et al., 1997).

Figura 1

Síntesis de las visiones erróneas de la ciencia.



Fuente: Elaboración propia a partir de Fernández et al., (2005).

Para resignificar la imagen de ciencia escolar.

Dicho lo anterior, conviene analizar aquellas visiones de ciencia que implícita o explícitamente dan cuenta de una imagen de ciencia contemporánea, que no desconozca sus dimensiones como producto y construcción humana y social. Entre los primeros autores se encuentran Laudan et al. (1986) quienes a partir de un modelo reticular reconocen que el cambio conceptual no implica per se cambios en dimensiones como la axiológica, la actitudinal, la procedimental y la ontológica (Cudmani et al., 1994; Cudmani et al., 2000; García et al., 2021; Mellado et al., 2014; Pereira, 2016; Solbes y Vilches, 1992).

Destaca igualmente Delors (1996), el cual mediante sus cuatro principios fundamentales para la educación: aprender a ser, aprender a conocer; aprender a hacer; y aprender a vivir juntos, demanda de los docentes la mediación en los aprendizajes que conduzcan a superar los paradigmas positivistas y cognitivistas y en contraste, integrar aspectos tan humanos como las emociones y las actitudes (García et al., 2021; Maturana 2002; Mellado et al. 2014).

Los aportes de Delors (1996), visibilizan que la mayoría de los sistemas educativos siguen privilegiando la tendencia conceptual, en detrimento de otras

formas de aprendizaje, lo cual es más evidente en la práctica que en el papel. Por consiguiente, es imperativo construir una visión compleja y holística no solo de la ciencia, sino de la educación (Morín, 2002). Por su parte, Harlen (2010) enfatiza pensar en una ciencia holística, advierte que debe ser uno de los fines de la alfabetización científica su aplicación para el bienestar individual, colectivo y ambiental. Lo considerado hasta este punto señala que estos autores apoyan la necesidad de competencias científicas vista como conjunto de saberes cognitivos, actitudinales y emocionales (Organización para la Cooperación y el Desarrollo [OECD], 2016; Sanmartí y Márquez; 2017).

Desde las fronteras epistemológicas y teóricas de este ensayo se destaca a Morin con el llamado pensamiento de la complejidad (2002). A través del pensamiento complejo se asume la realidad y los fenómenos que posteriormente estudiará la ciencia como multifuncional, de modo que hace falta un estudio interdisciplinario, transdisciplinario, integral y complejo si se quiere aproximar a su comprensión y explicación (Wilinski et al., 2014). En este orden de ideas, tres grandes teorías emergidas desde la complejidad constituyen un remezón a las nociones más tradicionales que pudiésemos tener de los procesos de enseñanza y aprendizaje y en especial, de las ciencias: la teoría general de los sistemas, la teoría cibernética y la teoría de la información. Desde estas teorías se interpretan las emergencias globales, la auto-eco-organización de los organismos vivientes, pensar en términos de conectividades, relaciones y contextos, el campo interdisciplinario que aborda los problemas organización y procesos de control, y la comunicación como un todo, regidos por códigos y reglas que varían debido a la cultura (Bertalanffy, 1974; Foerster 1991; Moreno, 2002).

Adicionalmente, el Conectivismo como teoría aprendizaje plantea promover el aprendizaje en los individuos mediante una red de instituciones formales y no formales que, soportadas en las tecnologías y las redes, faciliten la tarea de beneficiarse de los nuevos conocimientos y saberes que se generan en la sociedad (Sloep y Berlanga, 2011). Plantea, además, el reto de aprehender los nuevos modelos de comunicación mediados por las Tecnologías de la Informática y la Comunicación [TIC], e insertarlos efectiva y eficazmente en las estructuras pedagógicas ya existentes en otras palabras, implica verdaderamente como señalan Solórzano y García (2016) lo tecnológico en lo pedagógico. Surgen así, enfoques didácticos como ciencia-tecnología-sociedad (CTS) que busca, por un lado, atender el desafío de integrar la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y por el otro, superar las visiones erróneas de una ciencia neutral y desligada de la sociedad (Acevedo et al., 2003; Cañal et al., 2008; Solomon y Aikenhead; 1994; Vilches et al., 2001).

Asimismo, Pro et al. (2018) mencionan como factores que se deben tener en cuenta en la formación de maestros del siglo xxi: la internacionalización, la

interculturalidad, las TIC, la cooperación y el desarrollo, el bienestar sostenible, entre los más sobresalientes.

Adicionalmente Maturana (2002), sólido representante latinoamericano del pensamiento complejo concede un lugar privilegiado a las emociones, tanto que postula su biología del amor a través de la cual pone de relieve el papel de las emociones en los campos más cruciales del ser humano y la sociedad como, por ejemplo, en el aprendizaje; así parecen confirmarlo los avances en la neuroeducación (Mora, 2016). Igualmente, los principios de Maturana (2002) promueven superar la imagen de una ciencia meramente teórica, libre de emoción y pasiones humanas.

Siguen para robustecer esta línea argumental de una ciencia sensible y no neutral Moreira et al. (1997), quienes desde el socio-constructivismo reivindican el saber, el sentir y el actuar, en la experiencia de aprendizaje de los individuos (Novak y Gowin, 1998). De hecho, como lo apunta Kenneth (2010) “las emociones actúan como un pegamento social que interconecta intereses y acciones individuales y colectivas” (p.302). He ahí una alusión al dominio afectivo que impulse nuevas formas de enseñar y aprender ciencias.

Desde estas perspectivas se comprende el vasto número de investigaciones que en los últimos años versan sobre el dominio afectivo o de las emociones, para muestra pudieran mencionarse las siguientes: Espinosa y Pons, (2020), Molina y González, (2021); Olivo, (2019) Melo et al. (2017), Pipitone et al. (2019), Retano et al. (2018), Romero et al. (2021), Sánchez et al. (2018), Tamayo et al. (2020) y Valverde, (2020), entre otras. De modo que se reiteran enfoques tendientes a no separar la emoción de lo cognitivo (Molina y González, 2021).

En el mismo sentido, resultan de interés comentarios como los de Mora (2020) referidos a las emociones que experimenta el profesorado en formación al enseñar ciertos contenidos, siendo la generalidad emociones negativas cuando se trata de contenidos relacionados con la física o la química, en contraste, los contenidos de biología suelen generar emociones más positivas. Según apuntan Mora (2020) y Molina y González (2021), una razón puede ser que los contenidos de la biología escolar se caracterizan aparentemente por ser más próximos o concretos. Sin embargo, otras razones citadas son los estereotipos androcéntricos en el cual se vinculan la racionalidad, la objetividad a lo masculino en contraste, con la subjetividad, la emocionalidad propia del género femenino. A la luz estas premisas erróneas los varones son más indicados para estudiar ciencias que las mujeres (González, 2017).

Afortunadamente, desde hace algún tiempo los enfoques de ciencia tecnología y género (CTG), se han convertido en una sólida línea de investigación que contribuye cada vez más a concienciar a la comunidad internacional de las barreras y fenómenos de sesgos de género como el efecto Curie, el efecto Matilda, por mencionar algunos ejemplos. Con el enfoque CTG se pretende reivindicar el rol de la mujer en la ciencia

(Flores, 2016; García, 2017). En todo caso hay que advertir que los feminismos desde todas sus corrientes, “las teorías queer, los feminismos materialistas y los ecofeminismos...proporcionan elementos novedosos para la reflexión sobre la ciencia y la tecnología” (González, 2017, p. 46). No obstante, estas reflexiones relacionadas sobre género deben promover una revisión y viraje del currículo y del llamado currículo oculto, es decir, aspectos y procesos complejos implícitos en la cultura y quehacer educativo de la ciencia escolar para superarlos.

Por extensión se evitará un análisis profundo, pero merece especial atención en el contexto latinoamericano la llamada epistemología del sur que postula en una ecología de saberes suprimir la tradicional división entre ciencias naturales y sociales, para zanjar el camino hacia “un conocimiento prudente para una vida decente” (De Sousa, 2009; p. 41). Una ciencia vista desde estas premisas requiere de la pluriculturalidad y la convivencia con los saberes ancestrales y tradicionales de los pueblos y a partir de estos construir conocimientos.

De otro lado, debe reconocerse que en los últimos años se constata un profundo interés por conocer la visión que sobre la ciencia tiene la sociedad (Campanero y Otero, 2000; Ezquerria et al., 2019; Pérez y Pro, 2018). Así lo indican la revisión sistemática desarrollada por Ezquerria et al. (2019) citando, por ejemplo, los estudios sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología de la FEYCET. Pese a ello y pese a las tendencias de complejidad se siguen verificando tal como se ha reiterado acentuadas dificultades para decidir que conocimientos de ciencia deberían tener los ciudadanos. Por consiguiente, en palabras de Ezquerria et al. (2019), “se ha detectado una llamativa falta de vinculación entre los aprendizajes escolares y las necesidades de la ciudadanía” (p. 32).

Al respecto, son destacados los estudios que alrededor de esta manera diferente de construir la ciencia escolar han desarrollado autores como Clegg y Kolodner (2014) Ezquerria et al. (2014), Ezquerria et al. (2015), Ezquerria et al. (2019), Garmendia y Guisasola (2015), Osborne et al. (2003), Osborne (2014), Pérez (2013), Pérez y Pro (2005), Pro (2002; 2012), Pro y Pérez (2014) y Pro et al. (2009). Particularmente interesantes son las acciones de contenidos científico-tecnológicos realizadas por un ciudadano en su cotidianidad agrupadas por Ezquerria y Magaña (2017), quienes proponen los siguientes contextos o situaciones desde la didáctica de las ciencias: la ciencia presente en los medios de comunicación de masas, situaciones cotidianas y relaciones personales, uso de internet y la presencia de redes sociales, la ciencia presente en los procesos de compra y publicidad, la ciencia de los alimentos, la ciencia presente en la participación ciudadana, la ciencia relacionada con medicina el bienestar y la salud. Mediante este trabajo Ezquerria y Magaña (2017), ofrecen esta categorización idiosincrática que resulta en una guía orientadora para las bases de un currículo ciudadano.

No obstante, una ciencia que responda a las necesidades de la ciudadanía, de los niños y niñas y jóvenes, vinculada sensiblemente a los contextos, ha de trazarse a través de la observación la ciencia cercana a estos y tal como afirman Clegg y Kolodner (2014) de rastrear los escenarios familiares para el alumnado. En este mismo marco referencial, el enfoque de enseñanza de las ciencias basada en la indagación o Inquiry-Based Learning (IBL) o Inquiry-Based Science Education (IBSE), emparentada también con el aprendizaje basado en proyectos (ABP), se ubica en un lugar privilegiado por diferentes fuentes como por ejemplo el informe Science Education now: a new pedagogic for future of Europe (Rocard, 2007) como forma de eficaz de superar la enseñanza tradicional desde una ciencia escolar transmisionista a una que busca ir tras la enseñanza problematizada en las aulas y considera a los aprendices no como meros receptores sino como sujetos epistemológicos (Porlán, 2018).

Sin embargo, Kirschner et al. (2006) y Mayer (2004) han sido detractores de IBL “porque es ingenuo pensar que los estudiantes pueden por sí solos, a través del aprendizaje por indagación, llegar a una asimilación significativa de las ideas y teorías científicas” (Romero, 2017; p.290). Ahora bien, diferentes meta-análisis llevados a cabo sobre estudios que versan sobre IBL evidencian según lo señala Romero (2017) resultados positivos cuando se desarrolla de forma guiada por el profesorado y planificando con criterios pedagógicos la clase de actividades de indagación o problematizadoras que se ejecutan.

Vale abordar además el llamado enfoque Science, Technology, Engineering, Math (STEM) o Science, Technology, Engineering, Art; Math (STEAM), considerado por algunos como un salvavidas para la enseñanza innovadora en tanto supone cohesionar las cuatro disciplinas a las que alude su acrónimo y por otros, como un tendencia o modo educativa (Bogdan et al., 2021; Kelley y Knowles, 2016). Aunque este ensayo no se detendrá en un análisis exhaustivo sobre STEM se coincide con Bogdan et al. (2021), en el sentido de que este resulta carente de basamentos teóricos y empíricos que lo sustenten como opción didáctica. En contraste, lo que se percibe a la luz de los estudios es que STEM amalgama y retoma inadecuadamente un variopinto conjunto de opciones didácticas que se han considerado en párrafos precedentes como CTS, CTG, IBL o IBSE, el ABP (Doménech, 2019). Asimismo, no se verifican “conexiones curriculares explícitas y no anecdóticas” (Bogdan et al., 2021, p. 75) por lo tanto, la transversalidad, la transdisciplinariedad no se evidencian en la vasta cantidad de artículos que sobre este tema versan. De modo que sean estas reflexiones una invitación desde la didáctica de las ciencias para abordar críticamente la adopción de este fuerte movimiento educativo.

Finalmente, un asunto de interés en la formación científica es su ejercicio desde los entornos virtuales o el internet surgido partir de la tendencia extendida de su uso por parte de las generaciones actuales. Algo que se ha impuesto a raíz de los protocolos de no presencialidad de los escolares debido a la pandemia de la

enfermedad del Covid19. Anteriormente, ya se podían revisar en la literatura existente trabajos como los de Bravo et al. (2019), Colwell et al. (2013) y Valverde-Crespo et al. (2020), entre otros, que consideran alguna de las aristas de este campo de la didáctica de las ciencias y que proveen un atisbo prometedor, pero aun por construir y abonar pues los desafíos son aún mayores.

No obstante, Adúriz (2020) reflexiona en torno a transformar las estrategias didácticas al proponer la enseñanza de las ciencias naturales en contexto (ECNC) como una alternativa plausible en medio de los desafíos que supone la educación en casa, virtual o cualquiera de las modalidades que se han desarrollado en la no presencialidad de los escolares. La ECNC demanda la vinculación de los contenidos científicos con los aspectos socioculturales y de naturaleza de la ciencia. Por consiguiente, su implementación exige además miradas interdisciplinarias por parte del profesorado de ciencias y como ya se ha considerado su compromiso y mediación eficaz (Pérgola y Galagovsky, 2020). Una visión de ciencia acorde con los momentos actuales donde la incertidumbre es una característica notable de todos los procesos humanos.

Conclusiones

Una vez hechas las consideraciones anteriores se pueden hacer los siguientes apuntes:

En primer lugar, la persistencia de visiones erróneas de la ciencia heredadas de un positivismo radical y la epistemología khuniana, que privilegia o asume el cambio conceptual por encima de modificaciones en las otras dimensiones del ser. Una razón poderosa para la persistencia de estas imágenes deformadas de la ciencia es protagonizada por la misma escuela y los docentes quienes transmiten lo que han aprendido, en parte como se ha dicho por una ciencia transmisionista y bancaria.

En segundo lugar, un modelo epistemológico integrador inspirado en el modelo de Laudan y los principios de la complejidad resulta ser una opción plausible. Sin embargo, es evidente que debe traducirse en opciones didácticas concretas que sean factibles pedagógica y educativamente. Al respecto, hay enfoques como CTS, CTG, IBL o IBSE, el ABP, para citar los más destacados. Sin embargo, la evidencia muestra que sin la mediación adecuada por parte del profesorado tales opciones quedan solo en meras intenciones.

En este orden de ideas, es importante reconocer que las dificultades de los estudiantes en cuanto al aprendizaje en ciencias no pueden limitarse a sus deficiencias conceptuales, o a sus ideas previas o errores conceptuales. Surgen también nuevos desafíos generados a partir del uso masivo de medios digitales y virtuales como el internet, frente a los cuales la escuela y la ciencia escolar han quedado cortas.

Por consiguiente, es impostergable para todo el profesorado de ciencias resignificar su imagen de ciencia, sus modelos de alfabetización científica empleados en su práctica pedagógica a fin de construir una ciencia escolar próxima a los estudiantes y a sus emociones como sujetos epistemológicos. Ello implica reflexionar profunda, concienzudamente y críticamente sobre el viraje curricular intencional, la selección de contenidos y lo que deben desarrollar en el aula por encima de las modas del ahora lo que debe saber conocer, saber hacer y saber hacer con otros, los niños, las niñas y los jóvenes, en este punto del tiempo.

Referencias

- Acevedo, J.A., Vázquez, A., y Manassero, M.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2). http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf
- Adúriz, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las Ciencias Naturales*, Fondo de Cultura Económica.
- Adúriz, A. (2020). *Enseñanza de las ciencias naturales en tiempos de pandemia. Repensando contenidos, métodos...y finalidades*. Instituto CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Bertalanffy, L. (1974). *Robots, hombres y mente: la psicología en el mundo moderno*. Guadarrama.
- Bogdan T, R., y García, A. (2021). «De STEM nos gusta todo menos STEM». Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Bravo B., Bouciguez M. J., y Braunmüller, M. (2019) Una propuesta didáctica diseñada para favorecer el aprendizaje de la *Inducción Electromagnética básica y el desarrollo de competencias digitales*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1203.
- 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*,

18(2),155-169.

<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21652../21486>

Cañal, P., Criado, A., García, A., y Muñoz, G. (2013). La enseñanza relativa al medio en las aulas españolas de educación infantil y primaria: concepciones didácticas y práctica docente. *Investigación En La Escuela*, 81, 21–42. <https://doi.org/10.12795/IE.2013.i81.02>.

Céspedes, C., y Robles, C. (2016). Niñas y Adolescentes en América Latina y el Caribe. *Deudas de igualdad* (Serie: Asuntos de Género No. 133). Naciones Unidas-CEPAL-UNICEF.

Clegg, T., y Kolodner, J. (2014). Scientizing and Cooking: Helping Middle-School Learners Develop Scientific Dispositions. *Science Education*, 98(1), 36–63

Colwell J., Hunt S. Reinking D. (2013) Obstacles to Developing Digital Literacy on the Internet in Middle School Science Instruction. *Journal of Literacy Research*, 45(3), 295-324.

Cudmani, L, Pesa, M; y Salinas, J. (2000). Hacia un Modelo integrador para el aprendizaje de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*,18(1), 3-13. <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21627/21461>

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*, 76-80.

Delors, J. (1996). *Informe de la UNESCO de la Comisión Internacional de educación para el siglo XXI*. http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF

De Sousa, B. (2009). *Una Epistemología del Sur. La reinención del conocimiento y la emancipación social*. Siglo XXI Editores, CLACSO

Domènech, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Revista De Ciències De l'Educació*, 1(2), 154–168. <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2646>

España. E. (2008). Conocimiento, actitudes, creencias y valores un tema socio-científico relacionado con los alimentos. *Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa*, 4(1), 1-12. <http://revista.iered.org/actual/pdf/csolararte.pdf>.

Espinosa, J., y Pons, L. (2020). Dimensión afectiva en la educación: relatos escolares en una región intercultural. CPU-e, *Revista de Investigación Educativa*, 30, 84-107. <http://cpue.uv.mx/index.php/cpue/article/view/2683>

- Ezquerro, A; Mafokozi, J; Campillejo, A.G; Beneitez, A.E; y Morcillo, J.G: (2019). Tendencias de las investigaciones sobre la ciencia presente en la sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), 31-47. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2727>
- Ezquerro, A; y Magaña, M. (2017). Identificación de contextos tecnocientíficos en el entorno del ciudadano: estudio de caso. *X Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las Ciencias*, 645-649.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 477-488. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21841>
- Flores, A. (2016). “¿Los estudios CTS tienen un sexo? Mujeres y género en la investigación académica”. *Revista CTS* 31, (11), 61-92.
- Foerster, H (1991). *Las semillas de la cibernética*. Gedisa.
- Forzani E. (2018) How Well Can Students Evaluate Online Science Information? Contributions of Prior Knowledge, Gender, Socioeconomic Status, and Offline Reading Ability. *Reading Research Quarterly*, 53(4), 385-390.
- Freire, P. (1985). *Pedagogía del oprimido*. Tierra Nueva México, Siglo XXI Editores.
- Furió, C.; Iturbe, J., y Reyes, J.V. (1992). Contribución de la resolución de problemas como investigación al paradigma constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 24, 89-99. <https://doi.org/10.12795/IE.1994.i24.08>
- García, I., Vilches, A., y Galiana, L. (2021). Identificación de las dimensiones conceptual, procedimental y actitudinal de la actividad científica por maestros y maestras en formación. Profesorado, *Revista de curriculum y formación del profesorado*, 25 (2), 193-212.
- García, S., y Pérez, E. (2017). *Las ‘mentiras’ científicas sobre las mujeres*. La Catarata.
- Garmendia, M., y Guisasola, J. (2015). Alfabetización científica en contextos escolares: ¡El Proyecto Zientzia Live! *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (2).
- González, M. (2017). Ciencia, tecnología y género. *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)* https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u38/CTS-M.Gonzalez-modulo-4.pdf

- Guevara, E., y Flores, M. (2018). Educación científica de las niñas, vocaciones científicas e identidades femeninas. Experiencias de estudiantes universitarias. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(2), 170-201. <https://dx.doi.org/10.15517/aie.v18i2.3>
- Harlen, W. (2010). Principios y grandes ideas de la educación en ciencias. *Asociation for Science Education College Lane*, Hatfield, Herts. Versión en español. <http://innovec.org.mx/home/images/Grandes%20Ideas%20de%20la%20Ciencia%20Español%2020112.pdf>
- 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. <http://mingaonline.uach.cl/pdf/estped/v37n1/art04.pdf>
- Kelley, T. R. y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3 (11), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kenneth, T. (2010). Reproducir y transformar la didáctica de las ciencias en un ambiente colaborativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (3), 301-314. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v28-n3-tobin/3-pdf-es>
- Khun, T. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.
- Kirschner P.A., Sweller, J., y Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist* 41, 75–86.
- Laguna, H; Cocho, G; y Miramontes, P. (2016). La revolución filosófica de Kuhn. *Discusiones Filosóficas* 28, 44-66. <http://www.scielo.org.co/pdf/difil/v17n28/v17n28a04.pdf>
- 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. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00413981>
- López, D. M. (2017). «Visiones deformadas de la ciencia en la enseñanza del concepto de elemento químico». *Enseñanza de las ciencias: revista de*

investigación y experiencias didácticas, Extra, 3747-52.
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337433>

Martín, J. (2021). Nada es lo que parece: una reflexión sobre visiones deformadas de la ciencia. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, 2(50), 257-274.
<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/9996/9440>

Martínez, M. (2012). *Comportamiento humano. Nuevos métodos de investigación*. 2da edición. 1996 (reimpresión 2011).

Maturana, H. (2002). *Emociones y lenguaje en educación y política*. Edición Dolmen Ensayo.

Maturana, H; y Varela, F. (1990). *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento*. Debate.

Mayer R.E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist* 59, 14–19.

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, J. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las ciencias*, 32(3), 11-36. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/enciencias>.

Melo L., Cañada F., y Mellado V. (2017). Exploring the emotions in Pedagogical Content Knowledge about the electric field. *International Journal of Science Education*, 39 (8), 1025-1044.

Molina, N., y González, P. (2021). Ciencias naturales y aprendizaje socioemocional: una experiencia desde la enseñanza de las ciencias basada en la indagación. *Revista Saberes Educativos*, 6, 25-58.

Mora, A. (2020). *Propuesta didáctica para contribuir al desarrollo de habilidades socioemocionales en la clase de ciencias naturales con estudiantes de grado cuarto de una institución educativa de Madrid Cundinamarca* (tesis de magíster). Universidad Pedagógica Nacional de Colombia

Mora, F. (2016) *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial.

Moreira, M; Caballero, M.C, y Rodríguez, M.L. (1997). Aprendizaje significativo un concepto subyacente. En *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. 19-44. Traducción Ma. Luz Rodríguez Palmero.

- Moreno, J. (2002). Tres teorías que dieron origen al pensamiento complejo: Sistémica, Cibernética e Información. En *Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo*, 25-37, Corporación para el desarrollo COMPLEXUS: ICFES/UNESCO.
- Morin, E. (2002). *Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo*. Corporación para el desarrollo Complexus.
- Nova J; y Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Red Tercer Milenio. http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Educacion/Aprender_a_aprender.pdf
- OECD (2016). *PISA 2015. Assesment and Analytical Framework : Science, Reading, mathematical and scientific literacy*. OECD.
- Olivo, J. (2017). Caracterización de estudiantes exitosos: Una aproximación al aprendizaje de las Ciencias Naturales. CPU-e. *Rev. Investig. Educ*,25, 114-14.
- Olivo, J. (2019). Interpretativa de docentes de ciencias sobre estudiantes exitosos. *Revista Complutense de Educación*, 30 (2), 17-34. <https://doi.org/10.5209/RCED.57395>
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the challenge of change. *J Sci Teacher Educ*, 25, 177-196.
- Osborne, J., Simon, S. y Collins, S. (2003). Attitudes toward science: a review of the literature and its implications. *Internacional Journal of Science Education*, 23(5), 448-467.
- 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. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90924279016>
- Paz, H., y Jessup, M. (2007). Visiones deformadas de la ciencia y la enseñanza-aprendizaje de conceptos científicos. *Revista Educación en Ingeniería*, 4, 13-25.
- Perales, F.J. (2018). El área de Didáctica de las ciencias Experimentales en España: entre la tribulación y la esperanza. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 1-14. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.3915>
- Pereira, A. (2016). *La educación científica en valores: una necesidad en el aula de ciencias naturales de secundaria*. [Trabajo fin de Máster]. Universidad Internacional de la Rioja.

<http://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3993/PEREIRA%20HERNANDEZ%2C%20ANDRES.pdf?sequence=1>

Peréz, A. (2013). *Actitudes hacia la Ciencia en Primaria y Secundaria*. [Tesis doctoral]. Universidad de Murcia.

Pérez, A. y Pro, A. (2005). *Evaluación nacional de actitudes y valores hacia la ciencia en entornos educativos*. FECYT

Pérez, A. y Pro, A. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten y piensan los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. En V. Mellado y otros: *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y de las Matemáticas. Volumen II*. (pp. 495-520). Grupo de Investigación DEPROFE.

Pérez, A; y Pro, A. (2018). Algunos datos sobre la visión de los niños y de las niñas sobre las ciencias y del trabajo científico. *IQUAL, Revista de Género e Igualdad* 1, 18-31. <http://dx.doi.org/10.6018/iQual.306091>.

Pérgola, M. S., y Galagovsky, L. (2020). Enseñanza en contexto: la importancia de revelar obstáculos implícitos en docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 45-64. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2822>

Petrucci, D. (2017). Visiones y actitudes hacia las Ciencias Naturales: consecuencias de la enseñanza. *Revista electrónica en Educación en Ciencias*, 12 (1), 29-42. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/81775/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Picardo, O. (2002). *Educación y Realidad: Introducción a la filosofía del aprendizaje. Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes Centroamericanos de Educación Básica o Primaria*. Edición Cartado.

Pipitone, C., Guitart, J., Agudelo, C., y García Lladó, A (2019). Favoreciendo el cambio emocional positivo hacia las ciencias en la formación inicial del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3 (1), 41-54. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4608>

Porlán, R. (2018). Didáctica de las ciencias con conciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(3), 5-22. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2795>

Porlán, R.; Rivero, A., y Martín Del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 155-171. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21488>

- Pro, A. (2002). ¿Qué procedimientos y actitudes debemos enseñar según los programas de ciencias? *Alambique*, 33, 37-48.
- Pro, A. (2012). Los ciudadanos necesitan conocimientos de ciencias para dar respuestas a los problemas de su contexto. En E. Pedrinaci: *11 ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*, 83-104. Graó
- Pro, A. y Pérez, A. (2014). Actitudes de los alumnos de Primaria y Secundaria ante la visión dicotómica de la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 111-132.
- Pro, A.; Pérez, A. y Tárraga, P. (2009). ¿Científico? Sí, pero... Opinión de los escolares españoles sobre los científicos y su trabajo. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, 3649-3656
- Pro, A; Pro, C, y Rodríguez, Rodríguez, J. (2019). Estudio de la adquisición de subcompetencias sobre comunicación audiovisual de los maestros en formación inicial. *Ápice: Revista de Educación Científica*, 3(1), 29-39. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4618>
- Pro, C; Pro, A, y Serrano, F. (2018). ¿Cómo utilizan los maestros en formación inicial sus conocimientos didácticos en el diseño de una prueba experiencial para evaluar subcompetencias de estudiantes de educación primaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 36(2), 43-62: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2498>
- Raynaudo, G., y Peralta, O. (2017). Cambio conceptual: una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky. *Liberabit*, 23(1), 110-122. <https://dx.doi.org/https://doi.org/10.24265/liberabit.2017.v23n1.10>
- Retana D. A., De las Heras, M., Vázquez, B., y Jiménez, R. (2018). “El cambio en las emociones de maestros en formación inicial hacia el clima de aula en una intervención basada en investigación escolar”. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15, (2).
- Robardet, G y Johsua, S. (1997). Les Sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle. *Cerse* 3, 57-83. Université de Caen.
- Rocard, M. (2007). *Science Education now: a new pedagogic for future of Europe*. Comisión Europea.
- <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>

- Romero M. (2017). El aprendizaje por indagación, ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 286-299. <http://hdl.handle.net/10498/19218>
- Romero, Y., Tuay, R., y Pérez, M. (2021). Relación emociones y educación en ciencias: estado del arte reportado en eventos académicos. *Praxis & Saber*, 12(28),182-197. <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n28.2021.11173>
- Sánchez, J., Cañada, F., y Dávila, M. (2018). Emotional responses to innovative science teaching methods: Acquiring emotional data in a general science teacher education class. *Journal of Technology and Science Education JOTSE*, 8, (4), 346-359. <https://doi.org/10.3926/jotse.408>
- 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.
- Segarra, A. (2017). «Uso de los museos para contribuir a superar las visiones deformadas de la ciencia». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 3827-32. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337516>
- Sloep, P; y Berlanga, A. (2011). Redes de aprendizaje, aprendizaje en red. *Comunicar: Revista científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, 37, 55-63.
- Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): Resumen del camino avanzado. *Revista Eureka y Divulgación de las Ciencias*, 1, 2-20.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones Ciencia/ Técnica/ Sociedad (C/T/S). *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 1-186. <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/39819/93186>
- Solomon, J. y Aikenhead, G. (1994). *STS education: International perspectives on reform. Ways of knowing science series*. Teachers College Press.
- Tamayo, D., Tabares, L., Muñoz, M., Segura, S, Atehortúa, Y., y Ocampo, E. (2020). Emociones constructoras de paz desde los niños y las niñas del grado transición: representaciones desde su experiencia. *Zona Próxima*, 32, 105-125.
- Valverde, G., Almeida, E., Sumba, M., y Jiménez, M. (2020). Educación emocional y su incidencia en el aprendizaje de Ciencias Naturales en niños con TDAH. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 4(15), 234-

245. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2616-79642020000300006&lng=es&tlng=es.

- Valverde-Crespo, D; Pro-Bueno, A; y González-Sánchez, J. (2020). La información científica en Internet vista por estudiantes de Educación secundaria obligatoria: Un estudio exploratorio de sus competencias digitales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencias*, 171.
- Vilches, A., Gil, D., y Solbes, J. (2001). Las relaciones CTS y la alfabetización científica y tecnológica. *Actes V Jornades de la Curie*, (pp. 72-81).
- Wilinski, 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. <https://www.redalyc.org/pdf/659/65932613007.pdf>