



remaea

Conocimiento didáctico del contenido ambientalizado: diálogo entre didáctica de las ciencias y didáctica ambiental

Diana Lineth Parga-Lozano¹

Universidad Pedagógica Nacional – UPN

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7899-0767>

Resumen: Hoy es necesario ambientalizar los contenidos de enseñanza para formar a nuevos docentes (formación inicial) y a los profesores en ejercicio (formación continua) comprometidos con los desafíos actuales del mundo. Así, el paradigma del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) puede brindar bases de una didáctica para enseñar contenidos ambientalizados que, por su carácter epistemológico, sean pertinentes para el diseño microcurricular. Este artículo caracteriza al CDC y a la didáctica ambiental desde la enseñanza de las ciencias en el surgimiento del contenido ambientalizado y del Conocimiento Didáctico del Contenido Ambientalizado: CDC-A.

Palabras-clave: Conocimiento Didáctico del Contenido. Educación Ambiental. Ambientalización del Contenido.

Conhecimento didático do conteúdo ambiental: diálogo entre a didática das ciências e a didática ambiental

Resumo: Hoje é necessário ambientalizar os conteúdos de ensino para formar novos professores (formação inicial) e para os professores experientes (formação continuada) comprometidos com os desafios atuais do mundo. Assim, o paradigma do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) pode oferecer bases de uma didática para ensinar conteúdos ambientalizados que, por sua natureza epistemológica, sejam relevantes para o design microcurricular. Este artigo caracteriza o CDC e a didática ambiental a partir do ensino de ciências para a emergência do conteúdo ambientalizado e do Conhecimento Didático do Conteúdo Ambientalizado: CDC-A.

Palavras-chave: Conhecimento Didático do Conteúdo. Educação Ambiental. Ambientalização do Conteúdo.

Environmental pedagogical content knowledge: dialogue between science education and environmental didactics

Abstract: Today it is necessary to environmentalising the teaching contents to train new teachers (initial training) and practicing teachers (continuing training) committed to the current challenges of

¹ Profesora en la Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá – Colombia. Doctora en Educación en Ciencias. Magíster en Docencia de la Química; Licenciada en Biología y Química. Correo electrónico: dparga@pedagogica.edu.co

the world. Thus, the Pedagogical Content Knowledge (PCK) paradigm can provide the basis for didactics to teach environmentalized content that, due to its epistemological nature, is relevant to microcurricular design. This article characterizes the PCK and environmental didactics from the teaching of sciences in the emergence of Environmentalized content and Environmentalized Pedagogical Content Knowledge: E-PCK.

Keywords: Pedagogical Content Knowledge. Environmental Education. Content Environmentalized.

Introducción

El conocimiento didáctico del contenido o CDC es, según Wang (2023), uno de los temas candentes de investigación en la educación científica, junto con otro grupo de temas. Este conocimiento tiene su origen en la línea de investigación del conocimiento de los docentes, creada en la década de 1980, en los movimientos de profesionalización, cognoscitividad, enfoques etnográficos e interaccionistas, que, en ese momento, se interesaron por el saber de estos actores sociales: saberes como el cotidiano, para la acción, del sentido común, el informal y tácito. Con esto se buscaba un profesional docente reflexivo de la acción y en la acción. En este sentido, se han tenido aportes de diversos autores, entre ellos Shulman (1986), Saviani (1996), Porlán *et al.* (1997), Imbernón (2004), Tardif (2004), Mora y Parga (2008), quienes plantean que el docente evidencia en su práctica, varios tipos de saberes, conocimientos y creencias, y que estos tienen distintos orígenes, y en la experiencia y en su acción, se validan, transforman y adaptan cotidianamente. La pregunta es, ¿cómo es el conocimiento didáctico del contenido ambiental? ¿Qué nos puede aportar la didáctica de las ciencias o la educación en ciencias al respecto? ¿Por qué es necesario un CDC-A o científico ambiental (CDC-CA)? ¿Cómo se vinculan estos dos campos: el científico y el ambiental y cómo lo pueden vincular los profesores? Estos son los aspectos que el presente artículo aborda.

Conocimiento didáctico del contenido

Los planteamientos de los autores citados, frente a los saberes y conocimientos docentes son comunes con los principios del llamado CDC, el cual es un marco teórico para comprender cómo el docente hace enseñable lo que quiere enseñar. El CDC le permite elaborar propuestas curriculares con las que destaca los conocimientos que ha consolidado o que está consolidando; valida su profesionalidad como docente cuando propone su

enseñanza, mostrando así la necesidad de profesionalizar el diseño curricular porque no es un técnico que hace lo que los demás quieren que haga, es un profesional de la enseñanza.

El término CDC es una expresión simple, pues representa una línea de investigación que vincula investigaciones que examinan la relación entre enseñanza, aprendizaje y contenidos, haciendo que el CDC no solo adquiriera un nuevo y significativo sentido, sino que abrió la práctica didáctica profesional al escrutinio, para reconocer las capacidades/competencias y conocimientos del profesorado cuando enseña (MORA; PARGA, 2014). El CDC ha contribuido a esclarecer que la enseñanza es problemática y poco comprendida; que la formación del profesorado es más que un conjunto de actividades que se utilizan en el aula sin reflexionar sobre sus razones para usarlas o los objetivos que persiguen; que los docentes no reflexionan en equipo para comprender su enseñanza, contribuyendo poco a su propio desarrollo profesional didáctico y a la mejora de su práctica; que los docentes no se ven reflejados en las experiencias y opiniones de sus compañeros – los demás docentes–; y que el conocimiento profesional de los docentes, o CPP, requiere de un lenguaje especial para facilitar la buena expresión y comprensión de las ideas sobre lo que es enseñar y aprender tal como Mora y Parga lo plantean.

CDC no es una etiqueta para aplicar a todos cuando enseñan un contenido didáctico: es el producto de un conocimiento práctico particular, individual e idiosincrásico, debido a las influencias de los saberes, creencias, contextos y experiencias docentes. Puede ser igual (o similar) para algunos docentes y diferente para otros; es la piedra angular del conocimiento y desarrollo profesional docente (PARGA, 2015). En lo que Carlson y Daehler (2019) establecen para el CDC en el modelo de consenso refinado es la existencia de tres dominios: CDC colectivo (cCDC) de un grupo de profesores, es decir lo que sabe un grupo de profesores; el CDC personal (pCDC), o lo que sabe un docente y el CDC promulgado (eCDC) o lo que hace un docente al enseñar

El CDC emerge de un sistema integrado de conocimientos y creencias disciplinares, histórico-epistemológicos o metadisciplinares, psicopedagógicos y contextuales, con implicaciones para la formación docente y su enseñanza, así como el tipo de propuestas curriculares. Según Parga y Mora (2014) el CDC es un saber propio de los docentes, que produce contenidos ajustados a las necesidades contextuales e históricas de cada clase y de cada docente. Estos se expresan en sus teorías implícitas, en sus rutinas y pautas de acción.

La integración de estos es característica del campo didáctico en tanto está orientada a la enseñanza de contenidos. Para Gess-Newsome (2015) el CDC es “[...] el conocimiento, el razonamiento y la planificación para enseñar un tema en particular, de una manera particular para un propósito particular, a estudiantes particulares para mejorar los resultados de los estudiantes” (2015, p. 36).

Este conocimiento trasciende su significado para mostrar su potencial en tres sentidos: como *marco teórico* para la formación de profesores de ciencias, para la *elaboración de materiales curriculares* y como marco para *la investigación* didáctica (PARGA; MORA, 2017). Además, considera las emociones, sentimientos y motivaciones como atributos cognitivos, más allá del carácter moral de la enseñanza, los cuales muchas veces son olvidados (SHULMAN, 2015); considera el contexto sociocultural en el que se da la enseñanza, y para conocer la relación del CDC con la mejora de lo que se enseña (MORA; PARGA, 2017).

Además, Chinn (2012) plantea la necesidad de un CDC para la enseñanza de las ciencias que sea dinámico, que se configure y reconfigure ante múltiples cambios en los sistemas sociales, abordando de manera amplia el progreso científico y la cultura científica básica, que mitigue la disminución de la participación estudiantil (estudiantes en ciencia y tecnología), que favorezca la equidad y la justicia social para quienes hoy se encuentran en desventaja respecto a la ciencia, tecnología, ingeniería, quienes han sido silenciados por el saber de la ciencia, contenido que responde a la sustentabilidad de los recursos, cambio climático, ecosistemas y salud humana, por ejemplo.

La perspectiva sistémica y compleja de un posible CDC Ambientalizado comienza a mostrar importantes discusiones conceptuales que vinculan las esferas de la sustentabilidad ambiental: la ecológica, la económica, la social, la cultural, la política y la ética (MORA; PARGA, 2014). Pero, para esta perspectiva, el CDC lineal no es suficiente, debe ser un CDC complejo como lo proponen Mora y Parga (2017).

El CDC-complejo está en relación dialógica con la puesta en acción del CDC, y que se evalúa desde metodologías como la investigación acción participante o IAP, o la investigación acción mediante grupos de discusión, entrevistas, bitácoras, análisis de videos, etc., y no sólo mecanismos cuantitativos o positivistas. El CDC-complejo es una relación dialógica entre el saber profesional docente y su CDC, que integra lo teórico y práctico al determinar diseños

curriculares como propuestas de unidades didácticas y su implementación. El CDC-complejo es proponer, actuar, conocer, reflexionar desde/en la enseñanza, porque la planificación y el saber pueden variar en la práctica, a menos que exista una relación dialógica entre diseño - (reflexión) - acción (reflexión) – saber (reflexión).

Didáctica ambiental y ambientalización del contenido

De acuerdo con lo presentado, una didáctica ambiental (D-A) investigaría sobre la enseñanza de lo ambiental. Trayendo el contexto de Colombia, esta enseñanza depende principalmente de los profesores de ciencias naturales, que se forman en las facultades de educación. Además, los docentes que desarrollan Proyectos Escolares Ambientales o PRAES (o Agendas 21) se forman como licenciados en ciencias (profesores de biología, física o química, o en ciencia naturales) y no en didáctica ambiental. De acuerdo con esto, es posible, en el mejor de los casos, que los currículos de formación de profesores de ciencias solo incluyan criterios de alfabetización ambiental basados en temas socioambientales o en el ámbito del enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente o CTSA (PARGA, 2022), o en el desarrollo de una asignatura sobre educación ambiental; es decir, que se puede ambientalizar un curso desde una disciplina, pero los contenidos didácticos en general no, sin embargo, las cuestiones relacionadas con los contenidos ambientalizados y con la formación docente que les permita formarse para/en la sustentabilidad ambiental y en un convivir en armonía, con integridad, como lo propone Parga (2019) es cada vez más importante. Así, la enseñanza de los profesores de ciencias naturales, en relación con la enseñanza del ambiente, obedece a un campo disciplinar diferente al de la didáctica de las ciencias (DdC) y al de la educación ambiental (EA), este sería la didáctica ambiental o D-A, en interacción con la didáctica de las ciencias, como campo emergente a partir de la CDC: campo que surgiría de las interacciones del aspecto social del enfoque CTSA que proviene de la DdC con las perspectivas de educación para la sustentabilidad provenientes de la EA.

En este contexto, han sido importantes las aproximaciones establecidas entre la didáctica de las ciencias, desde el enfoque CTS y la llamada educación ambiental, y desde la perspectiva transversal. De esta manera, se inicia el proceso denominado alfabetización ambiental, considerando las dos educaciones (científica y ambiental), que en el contexto colombiano se incluye en los estándares curriculares de 2004 del Ministerio de Educación

Nacional (MEN) para la educación escolar como educación en ciencias y educación ambiental.

En el ámbito internacional, los estudios de las relaciones CTSA en la enseñanza de las ciencias han permitido, en los últimos años, una aproximación o “cruce fructífero” como lo llama Sauvé (2010) entre la enseñanza de las ciencias y la educación ambiental, siendo ambos campos de acción educativa. En la enseñanza de las ciencias se ha adoptado una perspectiva ciencia/tecnología/sociedad/ambiente, considerando la complejidad y para la cual se requiere de una visión posnormal o posmoderna de la propia ciencia, el carácter contextual de las realidades, incertidumbres, riesgo, diversidad epistemológica y actividad científica en el ámbito social para iniciar el debate y la gestión de conflictos. La educación ambiental ha desarrollado una diversidad de corrientes teóricas y prácticas para cuestionar la relación científica con el mundo (SAUVÉ, 2010), estos dos avances hacen que exista una relación entre la educación científica y la educación ambiental.

Partiendo de las críticas realizadas al modelo positivista de ciencia, la línea sobre naturaleza de la ciencia y la de la inclusión de la historia y la epistemología de la ciencia, muestran la necesidad de abordar en la enseñanza de las ciencias, las posturas con las que se construye el conocimiento para tratar de superar esta visión hegemónica y los mitos que tienen los propios docentes y la población en general sobre la ciencia y la tecnología (PARGA, 2019). Sin embargo, para abordar los problemas actuales del mundo y los locales, no basta la visión moderna de la ciencia; se necesitan otras perspectivas, como la posnormal, la posmoderna o nuevos paradigmas, que est n dentro y fuera de la ciencia misma, también porque el concepto de ciencia y la ciencia en sí, están siendo cuestionadas, por lo que es necesario generar cambios. Si estos no se hacen, no se superar  la actual crisis de la enseñanza de las ciencias porque las prácticas de los profesores de ciencias se dedican a enseñar contenidos de los siglos XVIII y XIX, los profesores se forman con criterios del siglo XX y ellos están con estudiantes del siglo XXI (MORA, 2015) en el contexto de problemas también propios de este siglo.

En esta articulación de las dos educaciones: la científica y la ambiental, Parga (2019) plantea que cada una de ellas tiene desafíos: en la EC se deben tratar de abordar nuevas concepciones en las que se integren la incertidumbre, la complejidad, el sistemismo, los diálogos, la función social como reflejo y esfuerzo de valores y la  tica, como ejes

fundamentales. Es decir, superar una educación y enseñanza centradas en el positivismo/empirismo para ir hacia una ciencia posnormal y otros tipos de saberes que deben dialogar con la ciencia, y con los cuales, la ciencia debe dialogar. Surgen así propuestas como las centradas en las relaciones CTSA, la alfabetización científica y tecnológica, la educación científica con y para la acción política, la educación científica ciudadana, que invitan a reflexionar sobre las cuestiones socio ambientales de nuestras sociedades. En la EA, el foco de la polémica está en el ambiente, en el medio ambiente, en la ecología política –lo que Funtowicz y Ravetz consideran como una ciencia posnormal–, en su “epistemología”, en su didáctica. Según Sauvé (2010) la educación ambiental muestra tensiones sociales relacionadas con el medio ambiente y la educación, lo que significa que existen diversas corrientes y pluralidad de concepciones.

La principal relación entre la enseñanza de las ciencias y la educación ambiental se da porque los currículos de enseñanza de las ciencias tienen configurados contenidos ambientales, los cuales pueden ser vistos en cuatro sentidos por los docentes, según Sauvé (2010): los contenidos ambientales como *generadores de amenazas* a la integridad de las disciplinas científicas, puede ser un *pretexto* para la enseñanza de las ciencias, puede ser un *eje prioritario* para la enseñanza de las ciencias, y los contenidos ambientales pueden *perder su sentido* cuando se enseñan desde las ciencias. Sin embargo, se han desarrollado propuestas curriculares en ambos campos de la educación buscando su integración curricular: las cuestiones sociocientíficas y las cuestiones socialmente vivas (o candentes), el enfoque temático, los enfoques de resolución de problemas o proyectos, o el debate social (PARGA, 2019).

La educación científica (EC) está llamada a sufrir una transformación que le permita mejorar sus vínculos con el mundo de la vida de los estudiantes y, en particular, con la sustentabilidad del planeta. Para ello, Mora (2015) propone que la formación ambiental de los profesores de ciencias es fundamental. De estas condiciones, se puede decir que surge la línea de investigación sobre *educación en ciencias y educación ambiental* que trabaja con cuestiones relacionadas con la *ambientalización curricular* de los contenidos de ciencias, las características que deben tener dichos contenidos, las competencias a desarrollar en la profesión docente de ciencias y en los estudiantes, las estrategias para desarrollar las interrelaciones entre EC y EA, las epistemologías que hoy deben ser enseñadas y discutidas

con los profesores de ciencias para comprender la nueva naturaleza de la ciencia y los problemas ambientales: ¿cómo es el diálogo entre la ciencia normal –que ha sido criticado– con los saberes ambientales cuando parecen contradictorios, cómo la cultura científica tecnológica debe dialogar con los saberes ambientales, cómo se debe formar a los profesores para comprender los saberes metadisciplinarios de la ciencia y hacerlos dialogar con los saberes ambientales incluyendo lo epistemológico de esta, lo ético, político, económico, social y cultural?

El origen de esta línea se sitúa en la década de los noventa, cuando autores como Cobb (1998) y Gough (2002) plantean la necesidad de articular las dos educaciones (científica y ambiental). Para Cobb (1998), tal articulación se da en términos de solubilidad, como si fueran dos sustancias químicas mezcladas por fuerzas intermoleculares similares y, por lo tanto, no sería necesario preocuparse por sus diferencias. Para Gough (2002) la relación entre estas dos formaciones se da como un mutualismo biológico. En Sauvé (2010) es un cruce fructífero; para Dillon (2018) se trata de una convergencia necesaria en la que las dos formaciones deben trabajar juntas siempre que se hayan caracterizado por ser distantes y competitivas entre sí.

Así, en el surgimiento de esta perspectiva o línea de investigación, se da un ejemplo del diálogo entre dos educaciones, a través de la solubilidad, el mutualismo, el cruce o la convergencia, o como se quiera llamar; pero esto no puede ser unidireccional, toda vez que lo ambiental está ofreciendo una riqueza conceptual que desafía el pensamiento científico y la propia educación científica, pues lo ambiental tiene orígenes y tradiciones multidisciplinarios e interdisciplinarios, pero que en su educación (Educación ambiental EA y Educación para el Desarrollo sostenible o EDS) no trascienden. Los conflictos ambientales de hoy desafían a la sociedad, a la hegemonía, no a la ciencia, lo que imposibilitaría este diálogo. Parga (2019) dice que la educación ambiental y la educación para la sustentabilidad ambiental están permitiendo incluir temas sociales reales, candentes, que la ciencia conservadora y su educación no permiten; la educación en ciencias debe ser adecuada y relevante para la actualidad, como decía Annette Gough (2002), y para ello, es necesario que el currículo, más que reafirmar la educación ambiental, ambientalice los contenidos para que sean social y culturalmente relevantes.

De esta forma, los desafíos de la EA y las diversas educaciones que han surgido frente a la *sustentabilidad ambiental* podrían tener sentido para los ciudadanos de todo el mundo. Esto solo es posible cuando los docentes cambian su CDC, que no puede ser académico ni enfocado solo a la disciplina, debe ser *ambientalizado* y por lo tanto, complejo, este es un ejemplo de diálogo consensuado, de diálogo fructífero, de una solución homogénea en la que no hay distinciones, entre el soluto ni el solvente; una verdadera convergencia; un diálogo en el que se superen las tensiones entre la ciencia y los problemas ambientales a través de una educación: la ambientalizada, que es un desafío para el conocimiento pedagógico y para el conocimiento didáctico del contenido, y por ende, la enseñanza y el currículo.

Según Parga y Mora (2016) con una didáctica ambiental se favorecería la investigación sobre la enseñanza de lo ambiental y, por lo tanto, la línea del CDC, en el sentido de pensar la formación de docentes que enseñen lo ambiental y desde el punto de vista ambiental, como sucede con el CDC al considerar la didáctica de las ciencias y la educación científica. Contar con una comunidad que investigue la enseñanza ambiental y la relación entre las diversas dimensiones de la sustentabilidad ambiental (económica, social, científica, política, cultural, ética, estética, espiritual, afectiva, histórica); en la enseñanza aprendizaje: mejoraría sus procesos; identificaría qué y cómo es pertinente enseñar; con qué contenidos; cuál sería el contenido; qué son y cómo promover las capacidades/competencias; qué enfoques y modelos curriculares y didácticos son favorables; qué educación es relevante; en la educación en ciencias, permitiría la formación para/en la sustentabilidad ambiental y la educación para/en la convivencia, articulada con la educación para/en la ciudadanía y para/en la transformación social.

Es necesario estructurar una propuesta de lo que podría considerarse didáctica ambiental, caracterizada desde el CDC (MORA; PARGA, 2014; PARGA; MORA, 2014) para el profesor de ciencias, por ejemplo, que enseñaría la/en la sustentabilidad ambiental, y que, entre otros, consideraría fundamentos y principios sistémicos (que involucran el constructivismo, la complejidad, el pensamiento complejo, la hermenéutica y la cibernética, y todas ellas unidas por el contexto) y de las propuestas críticas transformadoras para una didáctica ambiental que implicaría verla como una transdisciplina más que una disciplina o

interdisciplina, que cuida el diseño curricular, los contenidos, la formación de los docentes y modelos didácticos propios.

El *pensamiento complejo* o relacional genera redes, conexiones, cosmovisiones, por lo tanto, sus propias conexiones son centrales; la *cibernética* se refiere a la causalidad circular, no lineal; determina cuál es la razón de ser, el propósito por el cual se genera una causa, una causa que a su vez genera un efecto, en este caso es fundamental porque a la ciencia solo le interesa estudiar causas o efectos de forma aislada, lineal. La *hermenéutica* nos permite comprender el papel del lenguaje, que es una mediación, o una interpretación entre nosotros, el universo y los demás; el oyente determina la interpretación, no el hablante. El *constructivismo* nos permite entender cómo se construye el conocimiento, cómo entendemos la realidad: desde la ontología (el ser) y la epistemología (la percepción que se tiene de ese ser); en problemas ambientales podemos tener perspectivas realistas o constructivistas.

En este sentido, al utilizar los argumentos de Aduriz-Bravo y Aymerich (2002) sobre la didáctica de las ciencias como un campo disciplinar autónomo, vemos que se puede comprender la naturaleza de la posible didáctica ambiental como una disciplina, la cual debe tener un grado de madurez suficiente para ser enseñada, por lo tanto, la enseñanza es central en la disciplinariedad. Para Parga (2019) esta enseñanza proviene de su propia estructura y coherencia, de su transposición o de la transformación, pero sobre todo, de la integración didáctica, y difusión, enseñándose las reglas de la comunidad para hacer públicos sus saberes; esta comunidad debe tener manuales, compilaciones, planes de estudio; la madurez disciplinar también se evidencia con las producciones anuales que se deben sumar (artículos, libros), habiéndose consolidado redes mundiales, posgrados que investigan sobre la didáctica del campo; tener modelos didácticos complejos que sean reconocidos por la comunidad para ser consolidados en teorías; debe haber aproximaciones entre comunidades; tener referentes epistemológicos, filosóficos, sociológicos, históricos, psicológicos, comprender cómo se aprende lo ambiental, cómo se construye este conocimiento.

Así, vemos que la enseñanza de lo ambiental, que es más reconocida como “educación ambiental”, tiene una didáctica de la educación ambiental, e incluso una didáctica de la educación para la sustentabilidad, que cuentan con sus comunidades, que

convocan a eventos mundiales y locales; que se preguntan por las tensiones en el campo, los desafíos de sus investigaciones y las líneas de investigación, las formas y referencias de las investigaciones; por los fundamentos teóricos que se han consolidado y que ayudan a comprender la enseñanza y el aprendizaje en contextos informales, no formales y formales, centrándose en lo que sucede en los diferentes niveles educativos; pregunta sobre el contenido enseñado, sus características, fines y objetivos, ausentes y predominantes; los procesos de enseñanza-aprendizaje de la educación ambiental; los planes de estudios y sus características (disciplinares, interdisciplinares, transdisciplinares, de diálogo de saberes). Y hoy, es importante discutir su epistemología y los modelos que se están utilizando en la enseñanza de la “educación ambiental” y sus derivaciones. Como es una didáctica de la educación ambiental, la comunidad está formada por profesores-investigadores y estudiantes, pero también, por la naturaleza de lo que se enseña, está abierta a los demás involucrados en ella: la comunidad de pares (todos los involucrados en los problemas) lo que marca aquí una diferencia fundamental con la DdC. Otra diferencia es la consolidación de redes que en la DdC son más continentales, nacionales, mientras que las de EA son globales, intercontinentales, nacionales, locales, entre universidades, mostrando esa mayor diversidad, amplitud y alcance.

Prueba de ello es la revisión bibliográfica sobre el tema de la didáctica ambiental, o didáctica de la educación ambiental referenciada en Costel (2014), García (2015), Calafell *et al.* (2015), Parga y Mora (2016), Sjöström y Malmö (2018), Parga (2019; 2021); Mora y Parga (2021).

La enseñanza de contenidos ambientales tal y como afirman Calafell *et al.* (2015, p. 37) “no es dar y tener una lista de temas para que los estudiantes comprendan, o tener disciplinas ambientalizadas que solo hacen un reflejo epistemológico de esto”, porque si la didáctica ambiental, al ser un campo disciplinar consolidado en una disciplina, significa que debe tener, además de los contenidos a impartir, las dimensiones: social, ética, cultural, económica y política para que sea una EA.

Parga y Mora (2016) y Mora y Parga (2021) consideran que se están asumiendo los principios de la didáctica de las ciencias para comprender mejor la didáctica ambiental. En este sentido, esta debe ser una disciplina que surge de la necesidad de impartir contenidos, habilidades y capacidades/competencias propias de la asignatura, pero sobre todo, para

formar ciudadanos que comprendan los problemas reales del mundo, las cuales, más que estar definidas por parámetros curriculares nacionales, deben ser escogidas y organizadas teniendo en cuenta la naturaleza de los problemas ambientales, que asumen las instituciones, idea que se sustenta en el CDC; pero los docentes deben tener claro sobre lo que deben enseñar de lo ambiental, sus contenidos, porque se puede reducir a la ecología, o a la gestión ambiental, o a la educación para la conservación, y esto no es suficiente.

Wals y Dillon (2015) proponen una didáctica de la sustentabilidad como mecanismos, procedimientos y herramientas de aprendizaje e instrucción que ayuden a los estudiantes a conectarse y ver interdependencias, navegar disputas sociocientíficas, anticipar futuros e imaginar los más deseables, enfrentar la incertidumbre, valorar y utilizar la diversidad, es decir, tener capacidades/competencias para la sustentabilidad ambiental (Parga, 2019). Sjöström y Malmö (2018) argumentan sobre una didáctica transdisciplinar para la enseñanza de la sostenibilidad, aspecto con el que coincidimos porque lo que se enseña/aprende son problemas sociocientíficos o socioambientales. Como diría Parga (2019), el contenido ambiental no es disciplinar, es un contenido vivo, caliente, real, que genera tensión, emoción, frustración tanto en las aulas como en la sociedad, que muestra valores éticos y razonamientos, que está más allá de materias “escolares”, es un contenido del contexto real, no es producto de la tradición cultural, para lo cual se están utilizando los modelos didácticos centrados en lo contextual y en las llamadas cuestiones sociocientíficas: CSC, cuestiones socioambientales: CSA y cuestiones socialmente vivas: CSV (SIMONNEAUX, 2017; SEPULVEDA; MORA, 2021; BENCZE *et al.*, 2020), siendo estos modelos que varían entre lo frío y lo caliente como diría Simonneaux (2014).

Además, la didáctica ambiental favorecería la formación docente de forma holística e integradora porque los forma en saberes/conocimientos ambientales y los conocimientos de la profesión docente: es decir, desde el CDC. Esta perspectiva hace que la didáctica ambiental sea transdisciplinar porque lo que se enseña considera sus modelos (enseñanza-aprendizaje posnormal, enseñanza aprendizaje situada que se fundamenta en lo local, histórico, cultural, literario, artístico, ambiental: social, económico, político, de un lugar privado), colaborativa y autoorientada, no se cierra ni se retrae al aula, la trasciende (PARGA, 2019; 2022). Además, el docente reflexiona sobre el elemento ontológico de su profesión: la docencia. Se puede decir que las didácticas específicas (ya sea de la química, o de la EA, por

ejemplo) son la “ciencia del docente” y al tener que investigar sobre la docencia, propone modelos, es decir, que esta didáctica específica es una “ciencia social del diseño curricular” (MORA; PARGA, 2021), que exige conocimientos/creencias de ingeniería, en las que la modelación es fundamental: porque ahora es enseñar desde la vida y para la sustentar la vida, problemas para ser analizados y ayudar en su resolución (PARGA, 2019; 2021); el profesorado ya no solo se preocupa por los problemas del aula sino por los problemas reales del mundo.

En la aproximación y diálogo entre didáctica de las ciencias y una didáctica ambiental, está ocurriendo, en *primer lugar*, cambios en las tipologías de los contenidos curriculares definidas en la literatura internacional como conceptuales (CC), procedimentales (CP) y actitudinales (CA). En *segundo lugar*, vemos que los contenidos ambientales han aparecido dentro de tendencias interdisciplinarias y modelos transversales. En general, se definen en los currículos de enseñanza de las ciencias naturales y ciencias sociales, presentados como un conjunto de temas, objetivos y actividades, además de valorar CC y CA, por ejemplo, porque no funcionan de manera integrada las tres modalidades de contenidos: CC, CA y CP.

En el caso de la enseñanza de las ciencias, las disciplinas que abordan contenidos ambientales son principalmente la biología y la química, y como enfoques predominan como ejes transversales, el CTS-A y el de CSC, es decir que se ambientaliza el contenido a través de estos mecanismos (PARGA, 2019; 2022). Los temas transversales, llaman a una preocupación por los problemas socioambientales porque la comunidad obliga a los estudiantes a tener una formación integral más allá de los contenidos académicos. Para los contenidos a partir del CTSA, los temas sociocientíficos o cuestiones sociocientíficas, socialmente vivos y candentes, problemas perversos, hay aportes, entre otros, de Sauvé (2010), Simonneaux y Simonneaux (2014; 2017), Walls y Dillon (2015); Herman (2018); Bencze *et al.* (2020); Parga (2019; 2021; 2022).

La ambientalización del contenido de las ciencias (naturales) puede incluir una visión compleja de las relaciones CTSA, CSC y CSV, o desde una perspectiva CSC/CSV, que incluyen aspectos ambientales; en ambos casos, interactúan criterios de naturaleza y de sociedad. Lo clave aquí es saber cómo el profesorado de ciencias pasa a tener apoyo desde estas perspectivas para incluir contenidos ambientalizados en la enseñanza (de la química, l

biología, la física, por ejemplo) para movilizar el interés de los estudiantes por temas ambientales; además, la formación en estas perspectivas es necesaria para el abordaje de temas controvertidos o socialmente vivos, como la contaminación química de la minería, la fumigación de sustancias ilegales, los plaguicidas; las implicaciones de la nanotecnología, los alimentos transgénicos, la exploración de fuentes alternativas de energía como la nuclear, las vacunas, las armas nucleares, las variaciones climáticas, las guerras, entre otras, que son el resultado de actividades tecnocientíficas y que requieren de la participación de toda la ciudadanía (PARGA, 2022). Al ambientalizar el contenido este debe ser controvertido, plural, poli-paradigmático y/o comprometido (analiza controversias, incertidumbres, riesgos), contextual (observa datos empíricos en un contexto dado), y/o distribuido (construido por diferentes productores de conocimiento).

¿Son estas las opciones para la ambientalización de contenidos en la formación de profesores, o lo que predomina con estos enfoques (CTSA y CSC o CSV) para la enseñanza de lo ambiental a partir de las ciencias? De ser así, habría que analizar también si las propuestas de EA se pueden incorporar a la enseñanza de las ciencias como otra forma de tener una enseñanza de las ciencias ambientalizada.

En la literatura, algunas estrategias y modelos de EA que pueden ayudar a reestructurar la enseñanza de las ciencias se pueden consultar en Parga (2019). Estas posturas están asociadas a la construcción y establecimiento de *modelos de actuación* o para *la acción*, siendo necesario complementarlas con otros elementos para solucionar las diferencias entre la educación ambiental, la EDS y las demás educaciones propuestas para la sustentabilidad; interrelacionar modelos didácticos en el campo ambiental con cartografías y contenidos de EA; y considerar modelos didácticos ambientales que incluyan las perspectivas de las epistemologías otras (pensamiento ambiental, del Sur, pensamiento sustentable de los pueblos andinos o visiones andinas como el bienestar, las posmodernas y alternativas a los modelos actuales de desarrollo económico y la ecología integral (PARGA, 2019).

Como se ha descrito, vemos que no hay consenso en cuanto a lo que sería una didáctica de EA, o D-A; a veces se le denomina “estrategias de aula”, o se considera una adaptación de la didáctica de las ciencias; quienes lo consideran no asumen el estatuto disciplinario autónomo; y otros lo caracterizan a partir del constructivismo, la interdisciplinariedad y la complejidad.

La didáctica ambiental debe ser un campo transdisciplinar, con una mirada crítica y transformadora que se va consolidando, sin embargo sus investigadores y docentes deben: superar la concepción de que la D-A es un conjunto de métodos o estrategias de enseñanza; y que EA es lo mismo que gestión ambiental, ecología, educar para conservar, EDS, educación para las ciencias sustentables; superar la visión dogmática de esto por una visión relativista; identificar y consolidar modelos didácticos potentes desde los cuales enseñar, para reconocer las dificultades de enseñanza/aprendizaje propias de los alumnos en relación con lo ambiental.

Sumado a lo anterior, se debe superar la docencia como idea del currículo transversal que no tiene responsables; superar la enseñanza intuitiva, rutinaria, artesanal y activista por modelos reflexivos, constructivistas, críticos, es decir, modelos didácticos con abordajes de problemas controvertidos, complejos, vivos o reales, que establezcan puentes entre conocimientos, saberes y acciones transformadoras; superar la idea de que la enseñanza ambiental es obtener éxitos inmediatos y fácilmente medibles en el sentido del modelo tecnológico de enseñanza; creer que los estudiantes aprenden porque sus ideas y conductas se modifican al realizar múltiples actividades. El docente debe tener claro que las ideas de los estudiantes y sus modelos mentales son resistentes al cambio y que lo que se logra con el activismo es un entrenamiento de la conducta y no un aprendizaje significativo, ni posnormal ni localizado.

A manera de síntesis: el Conocimiento Didáctica del Contenido Ambientalizado

De acuerdo con lo descrito, urge una didáctica ambiental en la que se consoliden modelos didácticos para su enseñanza porque estos modelos son teorías en acción, es decir, modelos para el diálogo (teoría/práctica) que permitan superar los problemas de enseñar y aprender siendo utilizados como herramientas de planificación y análisis de cualquier parte de la enseñanza: seleccionar, secuenciar y enseñar los contenidos; comprender lo que sucede en el aula), caracterizar errores y concepciones alternativas sobre educación ambiental, desarrollo sustentable, sustentabilidad ambiental, etc., esta didáctica y sus modelos en interacción con la didáctica de las ciencias favorecería la ambientalización del contenido. Es una educación científica ambiental sociocrítica, reflexiva, ética, sociopolítica y transformadora, en la que investigadores y docentes propondrían un constructivismo

transformador, renovador, mutante, que considere valores, emociones, juicios, para poner en acción las ideas de la realidad transformadora, del mundo, de los problemas basados en contenidos vivos, no solo académicos (PARGA, 2019).

Este constructivismo requiere que los estudiantes desarrollen un rol activo en el aprendizaje, en la construcción del conocimiento, tengan mejores capacidades/competencias de investigación y pensamiento crítico y que sus estrategias se enfoquen en los problemas de la vida, para permitir los niveles de los objetivos de la EA/EDS. Autores como Sjöström y Malmö (2018) consideran que el modelo de enseñanza que domina hoy para este tipo de enfoques es el modelo CSC, en tanto que Parga (2019) establece que son 3: el tradicional, contextual y el CSC trasladado con CTSA; si bien CSC no es un modelo uniforme, como lo evidencia Levinson (2017), al analizar estas cuestiones con los enfoques de la educación en ciencia y sociedad del continuo frío/caliente de Simonneaux y Simonneaux (2014; 2017) en esta comparación, el enfoque en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) estaría en el lado frío; CSC en el medio, y, el CSV o problemas agudos y, la educación en ciencia y tecnología que promueve el bienestar de las personas, la sociedad y el medio ambiente o STEPWISE (BENCZE *et al.*, 2020) se ubicarían en el extremo caliente; y Ciencia para la Praxis (SaP, por su siglas en inglés) en el extremo más caliente (PARGA, 2019). Esto según la autora, indicaría que la enseñanza de los diferentes contenidos ambientalizados para la formación de profesores debe ser abierta y orientada en perspectivas transdisciplinares o en el diálogo de saberes. Así, la interacción de la enseñanza de las ciencias y ambiental sería el complejo - CDC emergente llamado CDC científico ambientalizado o CDC-CA.

El CDC-CA estaría en línea con la educación científica: la educación ambiental mutualista de Gough (2002); Educación Científica Ambiental en Loureiro e Lima (2009) y Mora (2015); Educación ecocientífica de Sauvé (2010), didáctica de las ciencias y el medio ambiente de Parga y Mora (2016), didáctica transdisciplinar de Sjöström y Malmö (2018); la educación para convivir en armonía de Parga (2019). En esta perspectiva, la literatura reporta sobre el CDC-A la propuesta de Zhou (2015) quien lo denomina conocimiento didáctico de contenido ambiental (CDC-A, en inglés EPACK) el cual es un conocimiento central en el desarrollo profesional de los docentes debido a la falta de formación en el campo ambiental, la falta de cursos, la falta de prioridad en los planes de estudios en relación con lo ambiental.

Para Zhou (2015) en la consolidación del CDC-A interactúan tres dominios: conocimiento ambiental (CA) o conocimiento de temas ambientales que serán integrados en la enseñanza de una asignatura (problemas ambientales, causas, consecuencias, objetivos y principios de la EA , por ejemplo); conocimiento del contenido (CC) o conocimiento de la materia a impartir; y el conocimiento didáctico (CD) o conocimiento general de la planificación educativa, la evaluación, el desarrollo de los estudiantes y su aplicación en la enseñanza. Estos dominios, a su vez, generan nuevas combinaciones como lo plantea Parga (2019), hasta obtener el conocimiento del contenido ambiental (CCA) o superposición de CC y CA; el conocimiento didáctico del contenido (CDC) que es el conocimiento del contenido transformado al integrar el CC y el CD. El conocimiento didáctico ambiental (CDA) que combina el CA y el CD, es decir, es un conocimiento sobre cómo cambia la enseñanza y el aprendizaje al incorporar la EA al currículo; estas tres combinaciones interactúan, dando el conocimiento didáctico del contenido ambiental (Tabla 1) que permitiría enseñar asignaturas con interacción ambiental.

Tabla 1. Dominios de conocimiento para generar el CDC-A.

Dominios			Combinatoria		
Conocimiento ambiental CA	+	Conocimiento del Contenido, CC	→	Conocimiento del Contenido Ambiental, CCA	} CDC-A (EPACK)
Conocimiento del Contenido, CC	+	Conocimiento didáctico, CD	→	Conocimiento Didáctico del contenido, CDC	
Conocimiento didáctico, CD	+	Conocimiento ambiental, CA	→	Conocimiento Didáctico Ambiental, CDA	

Fuente: Parga (2019, p. 184).

Este marco CDC-A, según Zhou (2015) permite reflexionar sobre la inclusión de la educación ambiental en la formación docente, idea con la que coincidimos; pero, no sería un *CDC ambientalizado* al nivel deseable porque según Parga (2019) lo que estaría haciendo es abordar temas ambientales en la enseñanza de las asignaturas: interacción de la educación ambiental en las asignaturas de pedagogía y didáctica, o en las asignaturas del componente científico (química, física, biología).

Lo que aquí se defiende es el CDC-A que estaría caracterizado por grados o niveles de desarrollo como los planteados por Parga (2019) en el que se representa a manera de trama de transición - regresión este tipo de CDC que tiene algunas similitudes a las progresiones de aprendizaje reportadas en la literatura.

El docente que desarrolla el CDC-ambientalizado enseña desde los contenidos formativos, siendo uno solo: el científico-ambiental; lo pedagógico - científico - ambiental, lo didáctico científico - ambiental, que dejó de ser un contenido disciplinar para ser otro contenido; que permite pensar no solo en estrategias o modelos didácticos; se refiere a todo lo que hace y necesita enseñar: el CDC no es solo saber físico, químico o biológico, o saber didáctico; enseñar contenidos profesionalmente implica integrar otros saberes/creencias, conocimientos, emociones y principios.

Referencias

ADURIZ-BRAVO, A.; AYMERICH, M. I. Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.1, n. 3, p. 130-140, 2002.

BENCZE, L.; POULIOT, CH.; PEDRETTI, E.; SIMONNEAUX, L.; SIMONNEAUX, J.; ZEIDLER, D. SAQ, SSI and STSE education: defending and extending “science in context”. **Cultural Studies of Science Education**, p. 1-20, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09962-7>.

CALAFELL, G.; BONIL, J.; JUNYENT, M. P. ¿Es posible una didáctica de la Educación Ambiental? ¿Existen contenidos específicos para ello? **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental – REMEA**, v. especial, p. 31-54, abr. 2015.

CARLSON, J.; DAEHLER, K. The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. *In*: HUME, A.; COOPER, R.; BOROWSKI, A. **Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers’ Knowledge for Teaching Science**. Singapore: Springer, 2019. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2. Acceso en: 11 mar. 2023. p. 77-92.

CHINN, P. W. Developing Teachers’ Place-Based and Culture-Based Pedagogical Content Knowledge and Agency. *In*: FRASER, B. J. *et al.* (ed.). **Second International Handbook of Science Education**. London, New York: Springer International Handbooks of Education, v. 24, 2012. p. 323-334 DOI:10.1007/978-1-4020-9041-7_23. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-9041-7_23. Acceso en: 11 mar. 2023.

COBB, T. B. On the miscibility of science and environmental education. **The Journal of Environmental Education**, v. 29, n. 4, p. 5-10, 1998.

COSTEL, E. M. **Didactic Options for the Environmental Education**. The 6TH International Conference Edu World, Pitesti, Arges, Romania, "Education Facing Contemporary World Issues". Proceedings 7th-9th November, p. 1380-1385, 2014.

DILLON, J. Chapter 6: On the convergence between science and environmental education. *In*: YEO, J.; TEO, T. W.; TANG, K. S. (ed.). **Science education research and practice in Asia-Pacific and beyond**. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2018. p. 87-94. DOI: 10.1007/978-981-10-5149-4. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-10-5149-4>. Acceso en: 11 mar. 2023.

GARCÍA, E. ¿Es posible una didáctica de la Educación Ambiental? Hacia un modelo didáctico basado en las perspectivas constructivista, compleja y crítica. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental – REMEA**. v. Especial, p. 1-30, abril, 2015.

GOUGH, A. Mutualism: A different agenda for environmental and science education. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 11, p. 1201-1215, 2002.

GUES-NEWSOME, J. A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. *In*: A. BERRY; P. FRIEDRICHSEN; J. LOUGHRAN. **Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science**. Abingdon: Routledge, 2015. p. 28-42.

HERMAN, B. C.; SADLER, T. D.; ZEIDLER, S. D.; NEWTON, M. H. A Socioscientific Issues Approach to Environmental Education. *In*: G. REIS; J. SCOTT (Eds.), **International Perspectives on the Theory and Practice of Environmental Education: A Reader**. London: Springer, 2018. p. 145- 162. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-67732-3>. Acceso en: 11 mar. 2023.

IMBERNÓN, F. **La formación y el desarrollo profesional del profesorado: hacia una nueva cultura profesional**. Barcelona: Graó, 2004.

LEVINSON, R. SAQs as a socio-political programme: some challenges and opportunities. **Sisyphus-Journal of Education**, v. 5, n. 2, p. 25-39, 2017.

LOUREIRO, C. F.; LIMA, J. G. S. Educação ambiental e educação científica na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): pilares para uma educação crítica. **Acta Scientiae**, v. 11, n. 1, p. 88-100, 2009.

MORA, W. M. Desarrollo de capacidades y formación en competencias ambientales en el profesorado de ciencias. **Tecné, Episteme e Didaxis: TED**, n. 38, p. 185-203, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17227/01203916.3794>. Acceso en: 11 mar. 2023.

MORA, W. M; PARGA, D. L. Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. *In*: GARRITZ, A.; LORENZO, G.; ROSALES, S. F. D. (comps.). **Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana**. Alemania: Editorial Académica Española Saarbrücken, 2014. p. 100-143.

MORA, W. M; PARGA, D. L. Didáctica ambiental: un aporte desde la didáctica de las ciencias. **Libro de Memorias del XI congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias**: Aportaciones de la educación científica para un mundo sostenible. Lisboa, 7-10 septiembre de 2021, 2021. p. 1271-1274. Disponible en:

https://congresoenseciencias.org/wp-content/uploads/2021/09/Actas-Electronicas-del-XI-Congreso_compressed.pdf. Acceso em: 11 mar. 2023.

MORA, W. M; PARGA, D. L. El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico epistemológicas con las tramas de contexto - aprendizaje. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, v. 24, p. 56-81. 2008. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/20.500.12209/15092>. Acceso en: 11 mar. 2023.

MORA, W. M; & PARGA, D. L. El Modelo unificador TPK&S: algunas similitudes y diferencias con el CDC-complejo, en el profesorado de ciencias. Enseñanza de las ciencias. *In: Anales del congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, Sevilla, 10. 5-8 de sept., 2017. p. 103-107. Disponible en:

https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/97 - El_Modelo_unificador_TPKS.pdf.

Acceso en: 11 mar. 2023.

PARGA, D. L. (ed.). **Conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química**. Bogotá: Editorial Universidad Pedagógica Nacional, 2015.

PARGA, D. L. **Conhecimento didático do conteúdo ambientalizado na formação inicial do professor de química na Colômbia**. Tese de Doutorado. Doutorado em Educação para a Ciência. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. Bauru: UNESP, 2019. Disponible en: <https://repositorio.unesp.br/items/9f88d5ed-3aa5-4ae0-82f8-1ccd952432e0>. Acceso en: 14 jan. 2023.

PARGA, D. L. **Desafios atuais da educação química e da formação de professores**: pesquisas sobre ambientalização do conteúdo. Bogotá: Editorial Universidad Pedagógica Nacional, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17227/td.2021.8186>. Acceso en: 11 mar. 2022.

PARGA, D. L. Del CTSA educativo a la ambientalización del contenido y la formación ciudadana ambiental. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS**, 17(51), 117-140, 2022, <http://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/322/283>

PARGA, D. L.; MORA, W. M. Didáctica ambiental y conocimiento didáctico del contenido en química. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v.8, n. 1, p. 777-792, 2016. Disponible en: <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/issue/view/283>. Acceso en: 11 mar. 2023.

PARGA, D. L.; MORA, W. M. El CDC en química: una línea de investigación y de relaciones con la práctica docente. Enseñanza de las ciencias. *In: Anales del X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. 5-8 de sept., Sevilla, 10. 2017. p. 103-107.

Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nE-

XTRA/95_el_cdc_en_quimica_una_linea_de_investigacion.pdf. Acceso en: 11 mar. 2023.

PARGA, D. L.; MORA, W. M. El PCK, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. **Educación Química**, v. 25, n. 3, p. 332-342, 2014. DOI: 10.1016/S0187-893X(14)70549-X. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70549-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70549-X). Acceso en: 11 mar. 2023.

PORLÁN, R.; RIVERO, A.; MARTÍN DEL POZO, R. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 2, p. 155-171, 1997.

SAUVÉ, L. Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 28, n. 1, p. 5-18, 2010.

SAVIANI, D. Os saberes implicados na formação do Educador. *In*: BICUDO, M. A. V.; SILVA JÚNIOR, C. A. **Formação do educador: dever do Estado, tarefa da Universidade**. São Paulo: Editora UNESP, 1996. p. 39-50.

SEPÚLVEDA, E.; MORA, W. M. Cuestiones socioambientales como articulador curricular en la formación de profesores de ciencias: aproximación a un estado del arte. **Praxis & Saber**, v. 12, n. 31, p. 1-20. e12648, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n31.2021.12648>. Acceso em: 11 mar. 2023.

SHULMAN, L. PCK: its genesis and exodus. *In*: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P.; LOUGHRAN, J. **Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science**. New York: Routledge, 2015. p. 3-12.

SHULMAN, L. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SIMONNEAUX, L.; POULIOT, CH. Les Questions Socialement Vives (QSV) ou Socially Acute Questions (SAQ). **Sisyphus-Journal of Education**, v.5, n. 2, p. 1-4, 2017.

SIMONNEAUX, L.; SIMONNEAUX, J. Panorama de recherches autour de l'enseignement des Questions Socialement Vives. **Revue Francophone du Développement Durable**, n. 4, p. 109-126, 2014.

SJÖSTRÖM, J.; MALMÖ, C.R. Towards Transdisciplinary Didaktik – Didactic Modelling of Complex Controversial Issues Teaching for Reflexive Bildung and Sustainability. *In*: EILKS, I.; MARKIC, S.; RALLE, B. (ed.). **Building bridges across disciplines**. Germany: Shaker, Aachen, 2018. p. 3-16.

TARDIF, M. **Los saberes del docente y su desarrollo profesional**. Madrid: Narcea Ediciones, 2004.

WALS, A.; DILLON, J. Foreword. *In*: STRATTON, S.K; HAGEVIK, R.; FELDMAN, A.; BLOOM, M. (ed.). **Educating Science Teachers for Sustainability**. Switzerland: Springer International Publishing AG, 2015. p. 5-7.

WANG, SH., CHEN. Y., LV, X., & XU, J. Hot Topics and Frontier Evolution of Science Education Research: A Bibliometric Mapping from 2001 to 2020. **Science & Education**, 32, 845–869, 2023, <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00337-z> .

ZHOU. G. Chapter 11. Environmental Pedagogical Content Knowledge: A Conceptual Framework for Teacher Knowledge and Development. *In*: STRATTON, S.K; HAGEVIK, R.; FELDMAN, A.; BLOOM, M. (ed.). **Educating Science Teachers for Sustainability**. Switzerland: Springer International Publishing AG, 2015. p. 185-203.

Submetido em: 08-08-2023

Publicado em: 15-04-2024