



Desarrollo de capacidades y formación en competencias ambientales en el profesorado de ciencias

- Capacity development and training of competences environment in teachers of science
- Desenvolvimento de capacidades e formação de competências ambientais no professorado de ciências

Resumen

Este artículo de reflexión derivado de la línea de investigación del DIE-UD: "Inclusión de la Dimensión Ambiental en la Educación en Ciencias", muestra que la educación en ciencias ha sido convocada a una transformación que permita mejorar sus vínculos con el mundo de la vida de los estudiantes y, particularmente, con la sustentabilidad del planeta, para lo cual la formación ambiental del profesorado de ciencias es fundamental. Luego de preguntarse por el sentido de las competencias en el marco de un proyecto educativo global hegemónico para el desarrollo económico, se toma postura en favor de reconceptualizar las competencias científicas básicas, en un contexto cultural amplio que dé cabida al diálogo de saberes, para enfrentar la complejidad de los problemas ambientales. Sustentados en la revisión de varias propuestas de competencias en la educación para la sustentabilidad, se propone un listado de competencias ambientales clave, que podría tener gran potencial facilitar el desarrollo de estrategias didácticas sustentadas en *cuestiones socialmente vivas*, y sobre las cuales es fundamental formar al estudiantado. Por último, se argumenta que la formación ambiental del profesorado de ciencias se puede abordar desde una visión compleja del *conocimiento didáctico del contenido* (CDC) en el que se cuestionen las desconfianzas y tensiones entre las prácticas docentes en *educación en ciencias* (EC) y la *educación ambiental* (EA).

Palabras clave:

Formación docente, competencias docentes, cdc, educación en ciencias, competencias ambientales, educación para la sustentabilidad, educación ambiental crítica.

William Manuel Mora Penagos*

* Universidad Distrital "Francisco José de Caldas" Doctorado en Educación die-ud
wmora@udistrital.edu.co

Artículo recibido el 20-06-2015
y aprobado el 31-08-2015

Abstract

This reflection article is derived from the research field “Inclusion of the environmental dimension in Science Education” and, shows that “the education in Sciences” has been called to a change which can improve its links with the world of students’ lives and particularly with the sustainability of the planet, that is why, environmental training of science teachers is fundamental. After wondering about the meaning of competences in the context of a hegemonic global educational project for economic development, the researchers assume a position in favour of re conceptualize the basic scientific competences in a broad cultural context that accommodates the dialogue of knowledge for facing the complexity of environmental problems. Supported in the review of several proposals of competences in the “Education for Sustainability”, there is a list of key environmental competencies, which could have great potential to enable the development of didactic strategies, grounded in “socially alive issues” and over which it is an essential proposal to train the students. Finally, it is argued that the environmental training of science teachers can be approached based on a complex view of the “pedagogical knowledge of content” (PKC) in which we can inquire mistrusts and tensions between teaching practices that exist in “science education” (ES) and the “environmental education” (EE).

Keywords:

Teacher training, teaching competencies, pck, science education, environmental competencies, education for sustainability, critical environmental education.

Resumo

O presente artigo de reflexão derivado da pesquisa, ressalta que a “educação em ciências” tem sido convidada a uma transformação que lhe permita melhorar seus vínculos com o mundo da vida dos alunos e especialmente com a sustentabilidade do planeta, para o qual a formação ambiental do professorado de ciências é necessária. Após perguntar-se pelo sentido das competências a partir de um projeto educativo global hegemônico para o desenvolvimento econômico posiciona-se em favor da redefinição da concepção de competências científicas básicas, num contexto cultural maior que dê espaço ao diálogo de saberes para enfrentar a complexidade dos problemas ambientais. Baseados na revisão de várias propostas de competências na “educação para a sustentabilidade”, propõe-se uma lista chave de competências ambientais que poderiam ter potencialidade para permitir o desenvolvimento de estratégias didáticas baseadas em “questões socialmente vivas”, e sobre as quais é fundamental formar o alunado. Finalmente, o artigo argumenta que a formação ambiental do professorado de ciências pode ser abordada desde uma perspectiva complexa do conhecimento didático do conteúdo (CDC) que questionem as desconfiças e tensões entre as práticas docentes em “educação em ciências” (EC) e a “educação ambiental” (EA).

Palavras-chave:

Formação de professores, competências docentes, cdc, educação em ciências, competências ambientais, educação para a sustentabilidade, educação ambiental crítica.

Introducción

El estado actual de crisis civilizatoria (Leff, 2007) de la modernidad y de sus modelos desarrollistas, expresada como un sistema de crisis (en lo social, económico, político, ético, cultural y medioambiental), que se evidencia en injusticias, desequilibrios, violencia, corrupción, pobreza y deterioro a nivel global, vienen retando la supervivencia y la salvaguarda de las culturas, reclamando una urgente educación para el cambio de estilo de vida. La crisis y su relación con la supervivencia de la especie humana son condiciones sine qua non que demandan una *educación para la vida*, fundamentada en el ser, el saber hacer, el saber vivir juntos, y no solo del saber conocer. La educación para la vida no es únicamente para el futuro adulto y su trabajo, sino para el presente, para el ahora, en su contexto de problemáticas de la cotidianidad socioambiental.

Desde los años 1980, con las investigaciones didácticas, principalmente sobre actitudes hacia las ciencias y su aprendizaje, se ha evidenciado que los estudiantes de educación media y secundaria identifican las ciencias no solo como difíciles de entender y aprender, sino como irrelevantes para su vida cotidiana (Pedrinaci, 2012; Tytler y Osborne, 2012; Bauman, 2013). Esta situación manifiesta la crisis de la educación en ciencias, que se evidencia en prácticas docentes dedicadas a tratar contenidos centrados históricamente en el siglo XVIII y XIX, con profesores formados con criterios para el siglo XX, en contextos de la vida de los estudiantes del siglo XXI.

Se requiere una mejor preparación para la vida, en un mundo en crisis socioambiental, mediante una educación científica más pertinente, con unos aprendizajes más activos y flexibles, articulados a una enseñanza basada en problemas, que requieren interdisciplinarie-

dad y diálogo de saberes con distintos actores sociales. En este contexto nos preguntamos:

- ¿Están dispuestas las instituciones escolares a formar sobre saberes útiles para la vida y su existencia (y no solo en disciplinas tradicionales, que se orientan a formar para proseguir hacia una formación universitaria especializada)?
- Si las áreas curriculares tradicionales como las matemáticas, las ciencias y el lenguaje se consideran principales e intocables, ¿cómo lograr que las *educaciones para...* (el consumo, la equidad, la paz, el desarrollo, el ambiente, etc.) dejen de ser secundarias, a la manera de simples transversales electivos (no obligatorios) y de relleno en los planes de estudio?
- ¿Están las facultades de educación y las carreras de formación de profesores de física, química y biología dispuestas a ambientalizarse curricularmente para mejorar la pertinencia en las acciones docentes?
- ¿Están los programas de formación inicial y permanente del profesorado de ciencias, abiertos a incluir en sus planes de estudios: la ética ambiental, la ecología humana, la psicología de masas, la gestión informática, el derecho, la economía, la sociología, la medicina, el urbanismo, la epistemología política, la moral, la publicidad, la criminalología, la sexología, el conocimiento de la sustentabilidad ancestral de los pueblos originarios, etc.?
- ¿En qué tiene que formarse el profesorado de ciencias para reformular los contenidos para hacerlos más

claramente conectados con los aspectos sociales y ambientales? ¿Qué papel tendría la formación tradicional en biología, física y química, en este escenario?

- ¿Es el enfoque de *formación por competencias* una alternativa válida y de poder heurístico que pueda articularse a los objetivos de la *alfabetización científica* en el marco CTS (ciencia, tecnologías y sociedad), y a los principios de la educación ambiental; o es una expresión del proyecto internacional de la *educación para el desarrollo sostenible* (EDS), en el marco de una política educativa internacional en pro de la competitividad y el crecimiento económico?
- En el caso de poder reconceptualizar las competencias a favor de una educación para el desarrollo humano, ¿cuáles son las competencias que el profesorado de ciencias debería practicar para formar a sus estudiantes ante las exigencias de su mundo de la vida, y particularmente en el contexto de problemáticas socioambientales de su entorno escolar?

En el escenario de esta última pregunta es donde el presente escrito intentará dar algunas pinceladas que puedan aportar a los retos formativos del profesorado de ciencias.

Las competencias en el campo educativo

La noción de *competencia* encierra grades desafíos y a la vez potencialidades. Es problemática por la desconfianza que generan sus orígenes fuera del campo educativo, la carga política e ideológica neoliberales que promocionan la calidad asociada a la competitividad salvaje, y su centramiento como componente de la evaluación de estándares internacionales que se sirven para la discriminación entre países desarrollados o no. Sin embargo, es posible ver su carácter promisorio como instrumento de cambio del modelo de enseñanza de transmisión/recepción, el cambio curricular y didáctico del profesorado en torno a las problemáticas del siglo XXI. Cabe anotar que para algunos autores (Cañal, 2011), gran parte de las aportaciones del enfoque de competencias ya estaba presente en propuestas curriculares de base socioconstructivista referentes a la práctica de la enseñanza de las ciencias naturales con enfoque CTS y de alfabetización científica, y que podríamos decir que incluso ya existían en educación ambiental crítica.

El concepto de *competencias básicas*, originadas del campo lingüístico-comunicativo, y por otro lado de las competencias laborales, inspiradas en modelos funcionalistas propios de la producción empresarial, han hecho que muchos confundan *evaluar por competencias* con *formación en competencias*; o lo que es lo mismo, en instruir en técnicas para presentarse a los exámenes de estado y pruebas internacionales, con generar procesos formativos en competencias. Esto hace que se presenten amores y odios cuando se intenta ajustar este enfoque como organizador curricular o *modelo pedagógico por competencias*.

Se requiere precisar, reconceptualizando, el término competencia para superar el *pecado original* que lo vio nacer (en el campo empresarial e industrial centrado en competencias laborales, y de una influencia globalizante de poner al servicio del mercado la misión emancipadora de educación de ciudadanos críticos), centrándose en las competencias básicas (clave) para la vida, desde un modelo alternativo al modelo tecnológico *proceso/producto* en que ha sido usado, en la dirección de desconectar las competencias del conductismo y más bien vincularlas a actividades mentales complejas, que exigen modelos didácticos más constructivistas, integradores e innovadores. En este sentido, y siguiendo a varios autores (García-Díaz, 2004; Bolívar, 2010; Mora, 2011; Perrenoud, 2012), expondremos algunas ideas que permitan ver su transición de lo conductual a lo complejo y constructivista; de lo laboral y lingüístico al desarrollo humano; y de lo personal a lo contextual, social y ambiental.

- Una competencia no es tanto un *saber hacer* (en sentido utilitarista externo), sino un *saber actuar* (*hacer uso de*), que implica la movilización y combinación eficaz de recursos individuales (conocimientos, procedimientos, actitudes) y del medio (información, personas, material, etc.), empleando la capacidad crítica, para resolver unas tareas que pueden juzgarse como complejas (van más allá de los conocimientos y requieren operaciones mentales superiores), por lo que es un concepto integrador de los modelos mentales de los estudiantes. Por otro lado, las competencias aunque evolucionan, se configuran como esquemas de acción rutinizado de puesta en sinergia o trabajo conjunto de recursos a la

manera de una memoria de inteligencia pasada, o *piloto automático*, que funcionan en estado práctico en situaciones similares.

- Las competencias se engloban y se apoyan en las capacidades (las cuales son aptitudes para realizar operaciones cognitivas o motoras en situaciones cambiantes), en destrezas (habilidades), actitudes, experiencias, valores e intereses. Las capacidades se sitúan en plano de lo individual, mientras que las competencias, en lo social.
- El concepto de competencia en relación con el de capacidades, ha estado acompañado de imprecisiones generadoras de confusión, muchas veces se definen las competencias como sinónimo de *capacidades*, en algunas se definen las competencias en términos de capacidades, en otras no se presenta relación alguna. Lo que se puede asegurar, por el uso que se viene dando, es que las capacidades y las competencias son dos caras de una misma moneda, dos extremos de un mismo continuo, de dualidades complejas en que no puede existir la una sin la otra, pues las capacidades en su desarrollo permiten constituir las competencias. Las capacidades son aptitudes que se integran y evolucionan expresándose en habilidades complejas a la manera de competencias que se transfieren a nuevas situaciones en contextos específicos de la vida personal, laboral y social.
- Las capacidades están relacionadas con el *desarrollo humano*, y las competencias, con el producto interno bruto PIB. Las competencias son de

carácter interdisciplinar, no son enseñables sino estructuradas por el desarrollo de capacidades en torno a problemas en situaciones creadas didácticamente. Las competencias son obligatorias (promueven su funcionamiento) y las capacidades son electivas (con libertad de selección).

- Las competencias no deben tener una funcionalidad como organizador curricular de contenidos, sino que ellas son emergentes de los procesos de resolución de problemas al exigir el desarrollo de capacidades; por lo que los contenidos curriculares dependen de la resolución de los problemas elegidos y no de las competencias. Las competencias no son determinadas de antemano sino que se contextualizan dependiendo de los problemas socioambientales elegidos, y como dinamizadoras de los procesos evolutivos de desarrollo de las capacidades y los modelos mentales de los estudiantes, en hipótesis de transición.
- La evaluación de las competencias requiere una modificación de su conceptualización centrada en la búsqueda de resultados medibles mediante indicadores de logro, a la valorización cualitativa de los procesos de aprendizaje. Modificación, por tanto, del todo o nada (se tiene o no se tiene) hacia la identificación de los diferentes niveles de transición: progresivos/regresivos del desarrollo de capacidades.

Las competencias clave en la educación científicas escolar

Desde los años 1980, las investigaciones en didáctica de las ciencias han estado centradas en la superación de la existencia y dominancia de una imagen tergiversada de las ciencias a nivel escolar, en relación con los métodos de las ciencias y el uso de conceptos y modelos científicos por parte de los estudiantes, lo que ha aportado datos importantes para mejorar los modelos didácticos del profesorado en cada una de las ciencias (Reid y Hodson, 1987; Giordan, 1993; Duschl, 1997; Mora, 1997, Mora y Parga, 2010; Gil, Carrascosa, Furió y Martínez- Torregrosa, 2002). A pesar de estos resultados, a comienzos del siglo *xx*, seguían siendo dominante en la enseñanza los planes curriculares enciclopédicos y sobrecargados, donde cada vez se adicionan nuevos contenidos sin excluir ninguno; con predominio de lo conceptual y teórico, donde lo procedimental es un remedo algorítmico de un *método científico universal* inductivista que se traduce en prácticas de laboratorio a la manera de recetas culinarias, acompañado de una solución de problemas, como simple aplicación de fórmulas o algoritmos que se trabajan con lápiz y papel, desvinculadas del planteamiento de hipótesis en el contexto de diseños experimentales, y unas actitudes negativas para vincular la construcción del conocimiento científico a situaciones que requieren tomar decisiones políticas y éticas. Esta situación ha girado el foco de interés investigativa sobre los estudiantes hacia al profesorado.

Ante la anterior situación, distintas propuestas curriculares y de estrategias de formación del profesorado fueron reforzadas, articulando las ciencias naturales con las sociales (Mora y Parga, 2010); así a mediados de los años 1990 se popularizó la formación centrada en la *alfabetización científica* (la cual pone interés en la no neutralidad de la ciencia, y se orienta a procesos formativos para todos, haciendo énfasis en el aprendizaje de los estudiantes que no van a elegir carreras científicas en su formación), para así capacitar a la ciudadanía para interpretar la información científica que se recibe, así como participar y tomar decisiones con autonomía en debates sobre las implicaciones de las ciencias y la tecnología en la sociedad (Marco-Stiefel, 2001). Es decir, que la educación en ciencias debió dar cuenta de las implicaciones de la ciencia y la tecnología en los problemas sociales del siglo XXI, demandando principios formativos democráticos para la solidaridad, la igualdad, la cooperación, el respeto a la diferencia, la participación, la responsabilidad, la reflexión crítica, el diálogo, la libertad y la toma de conciencia. Este giro formativo ha requerido de una formación interdisciplinar entre ciencias naturales y sociales para valorar más el uso o aplicación del conocimiento, que la sola adquisición de conocimientos teóricos. En este escenario aparece el *enfoque de aprendizaje y evaluación por competencias* (articulado al modelo curricular conocido como CTS), que ha sido usado en políticas educativas para mejorar el desempeño idóneo en el mercado laboral, y el desarrollo como ciudadanos a lo largo de toda la vida.

La educación en ciencias comprometida con los problemas sociales ha tenido un interés particular desde el enfoque de *alfabetización científica*, conectada a lo que se conoce como *competencias científicas claves*, que son básicas imprescindibles. Estas competencias

científicas clave (que están articuladas a las competencias digital, matemática y lingüística) hacen referencia a conocimientos teóricos y prácticos vinculados con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, que vienen siendo utilizados en los procesos de revisión y actualización curricular de la educación básica y media, como también para seleccionar contenidos y diseño de unidades didácticas, por lo que para algunos ha redundado en el papel de los objetivos curriculares y contribuido a la saturación de contenidos.

Si se asume que las *competencias científicas escolares* (competencias para la formación en la educación en ciencias), se dan como: a) la posibilidad de *desarrollar capacidades* (cognitivas, discursivas, afectivas y valorativas), b) aplicando *contenidos científicos* (disciplinar e interdisciplinar), c) en un *contexto formativo* (de aprendizaje significativo) basado en problemas de naturaleza socioambiental, aplicado de manera idónea, podemos preguntarnos: ¿cuáles son las competencias clave o nucleares en el contexto de la educación científica?

Siguiendo la distinción que realiza Adúriz-Bravo (2012) las *competencias científicas escolares* en general podrían ser de tres clases: a) las *propias de las ciencias naturales* y que permiten hacer distinción de las demás dimensiones de la cultura, particularmente del conocimiento cotidiano; b) las *genéricas ciudadanas*, donde las ciencias naturales apenas son un contexto, y c) las *epítome, claves, paradigmáticas o centrales a nivel disciplinar y metadisciplinar*, para los procesos formativos de enseñanza/aprendizaje (como son las que usan *modelos* de las ciencias, la *comunicación/argumentación*, y el dominio de los *procedimientos de las ciencias*). Sin embargo, es importante evitar en su formulación caer en los extremos de generalidad (vacías de contexto) por el simple ejercicio de desarrollar capacidades, o por otro lado, terminar en la

formulación ultraespecífica que puede reducir la educación en ciencias en una técnica algoritmizada para ser aplicada en todo contexto.

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), en 2004 establece los *estándares de competencias básicas* como criterios públicos que permiten juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto cumplen con unas expectativas comunes de calidad, constituyéndose en criterios comunes para las evaluaciones externas. La propuesta de estándares en ciencias naturales, pretende crear condiciones para que los estudiantes sepan qué son las ciencias naturales y las ciencias sociales, y sepan también qué hacer con ellas, comprenderlas, comunicarlas; es decir, que les sean útiles para orientar su propia vida, entender el mundo e interactuar con él; buscando así que el estudiante desarrolle habilidades científicas y actitudes para: explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante, conocer diferentes métodos de análisis, evaluar los métodos, utilizarlos para el análisis, y compartir los resultados. Los estándares se estructuraron integralmente y de forma gradual a lo largo de los diversos niveles de la educación, en una secuencia vertical de complejidad creciente y se agrupan en grupos de grados, estableciendo lo que los estudiantes deben saber y saber hacer al finalizar su paso por ese grupo de grados, así: de primero a tercero, de cuarto a quinto, de sexto a séptimo, de octavo a noveno, y de décimo a undécimo. Horizontalmente se muestran tres columnas donde aparecen listados de indicadores de competencia: a) "... me aproximo al conocimiento como científico natural"; b) "... manejo conocimientos propios de las ciencias naturales (componentes: entorno vivo, entorno físico, y ciencia, tecnología y sociedad –CTS–); c) "... desarrollo compromisos personales y sociales". La percepción que se tiene es que en Colombia, con la formulación de los estándares de competencia, el *enfoque de competencias* ha puesto más atención a su uso en la evaluación (para mejorar la presentación de pruebas nacionales e internacionales) y no tanto con su articulación a propuestas de formación basado en competencias (Mora y Parga, 2005), también es evidente que ha vinculado el tema ambiental desde el enfoque CTS que desde otras propuestas propias de la educación ambiental.

Otra propuesta a resaltar, de competencias científicas clave (dirigida a estudiantes españoles de secundaria), es la mostrada por Cañal (2011), la cual se sustenta en las orientaciones del informe Delors, *La educación encierra un tesoro*, el marco internacional del proceso de renovación pedagógica impulsado en el ámbito no universitario, fundamentalmente por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en el proyecto de Definición y Selección de Competencias (DeSeCo) y el proyecto PISA (Programme for International Student Assessment), la cual se organiza en cuatro grupos: a) *conceptual* (capacidad para utilizar el conocimiento científico para describir, explicar y predecir fenómenos naturales; capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas; capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad); b) *metodológica* (capacidad de identificar problemas

científicos y diseñar estrategias para su investigación; capacidad de obtener información relevante para la investigación; capacidad de procesar la información obtenida; capacidad de formular conclusiones fundamentadas); c) *actitudinal* (capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarlo; capacidad de interesarse por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socioambientales; capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales); d) *integrada* (capacidad de utilizar en forma integrada las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socioambientales, en contextos vivenciales del alumnado).

Desde el campo de la didáctica de las ciencias, las competencias científicas centrales o claves guardan un especial interés, siendo posible construirlas en niveles de transición complejas (Mora y Parga, 2014). Un ejemplo para el contexto de la estructura de la materia es la presentada por Adúriz-Bravo (2012) en seis niveles de competencia epítome, que apuntarían al desarrollo de un sistema de capacidades las cuales se presentan a continuación entre paréntesis : a) *semiótico* (medir, registrar, etc.), b) *interventivo* (apropiación de modelos y lenguajes, etc.), c) *modelizador* (plantear hipótesis, construir evidencias y modelos, etc.), d) *sociocientífico* (tomar decisiones informadas, emitir juicios de valor, etc.), e) *metateórico* (pensar en cómo hemos llegado a saber, conocer la historia de la actividad, etc.), f) *ciudadano* (comunicar y evaluar lo que sabemos, etc.).

Las competencias ambientales en la educación en ciencias

Particularmente en la última década, la perspectiva de *alfabetización científica* en el contexto CTS viene adecuándose a lo que se conoce como *cultura científica* (en la que las ciencias se conciben como dimensión cultural, formando parte de una *ecología de saberes*, dispuesta al diálogo, por ejemplo con el conocimiento ancestral de los pueblos originarios, en pro de solucionar problemas de alta complejidad del campo ambiental) que vinculan formación científica con la formación humanista para la toma de posición frente a *cuestiones socialmente vivas* (Simonneaux y Simonneaux, 2012), mediante *controversias sociocientíficas* que invitan a tomar decisiones en un marco de dilemas morales y que tiene que ver con salud, deporte, riesgos biológicos, combustibles fósiles y calentamiento global, agua e industrialización, movilidad, transporte y territorio, seguridad alimentaria, consumo y producción, transgénicos, clonación, armas nucleares, genoma humano, nanotecnología, células embrionarias, la pobreza, entre otros (Gordillo, 2006; Martínez y Parga, 2013; Mora y Parga, 2014).

Los anteriores problemas ambientales no son fáciles de solucionar desde la racionalidad tecnocientífica y dado su carácter complejo y sistémico requieren de hibridaciones de conocimiento particulares de una epistemología ambiental propia. Los problemas ambientales, al ser fundamentalmente del conocimiento, del modelo de desarrollo y de la educación (globales/locales) son propios de una *complejidad ambiental* (como proceso de hibridaciones epistemológicas y ontológicas) sobre la comprensión del mundo y del ser, en torno a la construcción de las relaciones sociedad/naturaleza que requiere esencialmente de un contexto sistémico y complejo, que resitúa el

conocimiento científico disciplinar en una unidad dialógica holismo/atomismo, y que requiere la articulación de varios campos como la complejidad (método de pensar sistémico), el constructivismo (concepción de la realidad), la cibernética (causalidad circular), con la hermenéutica (lenguaje y arte de la interpretación), y adicionalmente ética y estética, entre otros aspectos que tendrían que ser tratados en las especificidades propias de cada cultura.

Desde la perspectiva de *cultura científica*, las competencias ambientales en la educación en ciencias vendrían a cumplir una doble función: como medio y como resultado. Por una parte, proporciona los medios para conseguir una comprensión holística del conocimiento de problemas complejos y, por otro, facilita la adquisición de habilidades necesarias para aprender y manejar la complejidad de los fenómenos que relacionan la sociedad con la naturaleza. En este contexto, la formación en competencias ambientales deseable podría darse en el marco de la complejidad y orientada hacia la formación integral, teniendo en cuenta los siguientes elementos dialógicos en el sentido planteado por Morin (2000), que permite mantener la dualidad en el terreno de la unidad, asociando críticamente dos términos a la vez complementarios y antagonistas: mundo de la vida/ mundo del trabajo; individual/social; derechos/deberes; responsabilidad y ética pública/ intereses privados; público-civil/económico-empresarial global; competitividad/cooperación-solidaridad; comunicación para la ciudadanía-democrática/político-productivo; humano-antropocéntrico/ambiental-biocéntrico-cosmocéntrico.

Aunque existen propuestas, desde la década 1990 - 2000, para la formación de competencias clave en sostenibilidad (como estrategia para la empleabilidad en el marco de la *educación para el desarrollo sostenible*), y en los últimos cinco años 2010-2015, con definiciones más progresistas (principalmente desde Latinoamérica, en que ya no se habla de EDS sino de *educación para la sostenibilidad - ES*), basadas en valores de justicia, equidad, tolerancia, suficiencia y responsabilidad, que dan un lugar prioritario al cuidado, la integridad y la honradez (ver por ejemplo los trabajos de Cebrián y Junyent (2014), sobre competencias profesionales en educación para la sostenibilidad con futuros maestros de primaria; Murga-Menoyo y Novo (2014), y Ull y otros (2014), aplicados a la educación superior; Bertschy, Künzli y Lehmann (2013); Vilches, Macías y Gil (2014), para docentes de todos los niveles); todavía estas y otras propuestas europeas y norteamericanas no se comprometen con aspiraciones de los países del sur de criticar y superar la hegemonía colonialista del paradigma de la modernidad tecnocientífica articulado al modelo de desarrollo para la solución de los problemas ambientales, desconociendo aportes de otras dimensiones de la cultura humana y el papel de perspectivas desde la posmodernidad y posdesarrollo, en el sentido planteado por Arturo Escobar (2012) o por Boaventura de Sousa Santos (2013).

Desde un contexto de *educación para la sustentabilidad ambiental* (ESA) y de *educación ambiental crítica* (EAC), frente a problemas socioambientales de alta

complejidad, las capacidades/competencias ambientales en la educación en ciencias que destacaremos atañen al desarrollo humano, a la ecología profunda, a la sustentabilidad superfuerte, a la diversidad cultural, a la educación sociocrítica y constructivista, en los siguientes aspectos:

- *Conocer*: conceptual/factual (relacionado con la praxis: acción/reflexión), del *saber ambiental*, teniendo en cuenta la construcción individual y la estructura social del conocimiento para la comprensión y solución de problemas reales de la relación sociedad/naturaleza (Santos, 2013; Vargas, 2015).
- *Emocional*: como inteligencia para el cuidado, la empatía y la compasión ligados inseparablemente al amor y la belleza, que reconocen y respetan los valores y *racionalidades* de otros pueblos y culturas.
- *Valorar*: (responsabilidad/ética) para pensar en términos de conflictos de valores y dilemas morales. En el uso responsable de normas, valores, actitudes, creencias, que guían nuestra percepción, pensamiento, decisiones y acciones. Reconociendo lo sagrado y los bienes comunes como fuente última de valores (aceptando la relación: sacralizado /secularizado de la naturaleza).
- *Pensar sistémico*: complejidad/interconectividad de nuestro mundo posibilitando pensar las incertidumbres en términos de sistemas, reconociendo y comprendiendo los procesos no lineales en el tiempo y el espacio.
- *Pensar crítico*: para identificar y generar alternativas, superando las

dependencias, en pro del logro de la autonomía y la valoración de las identidades en el respeto a la diversidad, como reacción al colonialismo e imperialismo del conocimiento. Tomando postura frente a las distintas visiones y tensiones persistentes del desarrollo y la sustentabilidad ambiental (Freire, 1978; Kincheloe, 2008; Gudynas, 2011).

- *Epistemología política*: que permita comprender el papel del conocimiento en la toma del poder, redireccionando la ciencia hacia y con la gente (Funtowicz y Ravetz, 2000), para el cambio cultural en la relación: antropocentrismo/biocentrismo/cosmocentrismo; cuestionando la creciente brecha norte/sur frente al papel de las ciencias de la modernidad y su articulación al modelo de desarrollo productivista/consumista entrelazada con la globalización económica (Santos, 2012), permitiendo opciones al papel de las ciencias en la cultura y la necesidad de alternativas al desarrollo (Gudynas, 2011; Latouche, 2012; García-Camarero, 2013).
- *Acción*: es el proceso en que todas las otras competencias se combinan en creaciones, participación y cooperación significativas, para la participación en procesos comunitarios que promuevan la sustentabilidad ambiental.

Competencias ambientales y formación del profesorado de ciencias

Es claro que la aplicación efectiva de una propuesta de competencias ambientales para la formación de los estudiantes de ciencias,

en todos los niveles educativos, va a depender principalmente de la adecuada formación inicial y permanente del profesorado, de diseños curriculares apropiados y de la elaboración de materiales de apoyo que soporten una información pertinente en ambientes específicos de aprendizaje.

Centrándonos en la formación del profesorado nos preguntamos: ¿qué competencias habrá de construir el profesorado de ciencias para un ejercicio pedagógico/didáctico en consonancia con una educación para la sustentabilidad ambiental? ¿Cómo formar al profesorado de ciencias con el fin de que promueva en sus estudiantes las competencias ambientales? Intentar resolver estas preguntas implica comprometerse con desarrollar capacidades docentes para: a) orientar el desarrollo de las capacidades y el logro de competencias ambientales claves en sus estudiantes (ya tratadas en el apartado anterior), b) identificar y seleccionar contextos problémicos socioambientales próximos a la cotidianidad de los estudiantes; c) diseñar unidades didácticas centradas en cuestiones sociocientíficas y cuestiones ambientalmente vivas, d) identificar concepciones y obstáculos en los estudiantes y en los actores involucrados para desarrollar las unidades didácticas, e) evaluar y calificar las competencias formadas desde niveles de complejidad.

Complementando, y a partir del trabajo de Bertschy, Künzli y Lehmann (2013), se podrían incluir las siguientes capacidades específicas a desarrollar en el ejercicio docente:

- Capacidad de elegir los posibles temas y contenidos bajo la perspectiva CDC (conocimiento didáctico del contenido) evaluando su pertinencia para la educación para la sustentabilidad ambiental (ESA) en cuanto a su diseño cultural, político, ético, ecológico, social y económico.
- Capacidad para tomar perspectivas económicas, ecológicas, sociales y culturales aprehensible y accesible a los estudiantes dentro de un tema elegido y por aprendizaje basado en problemas.
- Capacidad para enfrentar apropiadamente conflictos de intereses al hacer partícipes a distintos actores sociales en el aula de clase.
- Capacidad para desarrollar compromiso político para la transformación social eficaces teniendo responsabilidad y conciencia de los riesgos personales y académicos.

Para el desarrollo de estas capacidades docentes es necesario el planteamiento complejo de la enseñabilidad del contenido ambiental, como se ha querido mostrar en trabajos anteriores (Mora y Parga, 2014; Parga y Mora, 2014), en el marco del modelo conocido como CDC, donde se prioriza en el qué y cómo enseñar problemáticas docentes que implican el uso de las competencias ambientales en sus estudiantes.

El CDC docente consta de una serie de conocimientos/creencias organizados en cuatro categorías: CD (conocimiento disciplinar), CP (conocimiento

pedagógico), CC (conocimiento del contexto) y CM (conocimiento metadisciplinar). Estas se hibridan según el problema de enseñabilidad de contenidos en el aula, produciéndose una emergencia compleja o CDC específico para cada docente que solo es compatible con los de otros docentes mediante la reflexión en la acción educativa. El CDC visto desde el pensamiento complejo permite el diseño de tramas didácticas a la manera de hipótesis de transición (progresión/regresión) en los procesos evolutivos de las ideas de los estudiantes y pueden apoyar el diseño de unidades didácticas. Estas tramas se presentan a manera de tablas de dos dimensiones, donde el eje vertical es expresión del aumento de la complejidad en el dominio de un contenido, y el eje horizontal o amplitud de trama, destaca la diversidad de contenidos posibles a poner en práctica, o cómo cada uno de los componentes del CDC: CD, CP, CC y CM se presentan con distintos grados de compromiso y robustez en la integración de cada uno de los niveles de complejización del contenido.

De antemano, es importante advertir que poco se aportará en la formación centrada en competencias ambientales clave, si:

- No se admite que el profesorado de ciencias no solo se debe considerar como profesionales del diseño curricular y trabajadores de la cultura científico-ambiental, sino también como personas (modelos a seguir) con responsabilidades éticas y cívicas con una función de educación pública, lo que hace necesario que estén formados permanentemente en la interdisciplinariedad de los componentes del CDC.
- Se siguen expresando dentro de modelos tradicionales (tecnológicos y conductistas), y si estos no son objeto

de crítica y cambio asociados a un diseño curricular alternativo.

- Si no se presenta una articulación/desarticulación curricular del campo de “educaciones para...” (la sustentabilidad, la paz, el consumo, el ambiente, la equidad, etc.), que supere su debilidad como transversales electivos.
- No se supera el enciclopedismo curricular y se admiten *planes de estudio* menos cargados y profundos, donde los conocimientos disciplinares se justifican en su aplicación, en situaciones problémicas del contexto de la vida.
- No se enfrenta decididamente la articulación de la Educación En Ciencias Con La Educación Ambiental.

Interrelación formativa entre la educación ambiental y la educación en ciencias: una necesidad fundamental

Desde los años 1990, el interés por articular la educación en ciencias y la educación ambiental ha sido evidente; así, Cobb (1998) lo argumenta en términos de solubilidad, a la manera de dos sustancias químicas que se mezclan perfectamente por fuerzas intermoleculares similares, por lo que no sería necesario preocuparse por las diferencias entre inserción/infusión, compatibilidad/incompatibilidad; Gough (2002), lo entiende como un fenómeno de mutualismo biológico en el que los dos campos se pueden beneficiar, y Sauvé (2010) como un cruce fecundo *ecocientífico* entre dos campos de acción educativa estratégicos en la formación de ciudadanos comprometidos con el medio ambiente.

Varios monográficos de revistas internacionales reafirman este interés como se puede ver en el *International Journal of Science Education* (1993, 15(5); y 2002, 24(11)), y en el *Research in Science Education* (2012, 42(1)). Sin embargo, es importante mencionar que este reconocimiento no se manifiesta como una línea de investigación internacional en manuales como *Handbook of Research on Science Teaching and Learning Project*, editado por Dorothy Gabel, en 1993; en *Second International Handbook of Science Education*, editado por Fraser, Tobin y McRobbie, en 2012; como tampoco en *International Handbook of Research on Environmental Education*, editado por Stevenson, Brady, Dillon y Wals, en 2013. Solo la educación ambiental expresada en términos de educación para el desarrollo sostenible, que se presenta en *Handbook of Research on Pedagogical Innovations for Sustainable Development*, editado por Ken Thomas, en 2014, parece hacer acercamientos promisorios.

La articulación demanda del cruce de líneas interdisciplinarias tradicionales reportadas en los manuales tanto de educación en ciencias como de la educación ambiental, entre ellas las conocidas como CTS-A (ciencia/tecnología/sociedad/ambiente), el desarrollo de habilidades, actitudes y comportamientos necesarios para los ciudadanos de manera responsable, el diseño curricular y la formación docente en torno al conocimiento didáctico del contenido (PCK) (Mora y Parga, 2014).

En este contexto se han desarrollado unas preguntas guía para la investigación en el cambio didáctico del profesorado (Mora, 2013):

- ¿Están los actuales profesores de ciencias formados adecuadamente para liderar en la escuela proyectos educativos ambientales?
- ¿Qué impide ambientalizar los currículos de la educación en ciencias?
- ¿Qué propuestas son posibles de formular para superar los obstáculos encontrados? ¿Cómo ambientalizar los contenidos de enseñanza de las ciencias naturales?
- ¿Qué cambios se deben dar en los procesos formativos docentes del nivel secundario y medio?

Tensiones entre Educación Ambiental (EA) y Educación en Ciencias (EC):

Desde un punto de vista epistemológico las creencias de los docentes de AE y EC se mueven en dos polos: entre unas ciencias conservadoras y un ambientalismo crítico. Por un lado, en las ciencias se creen enseñar conceptos precisos desde un método único que garantiza la solución de problemas; mientras que los contenidos en la EA están llenos de incertidumbre, riesgo e ideología. Ante esta situación polarizante, las problemáticas ambientales vistas desde la EA y su abordaje articulado a la EC deberá contribuir a superar posturas epistemológi-

cas positivistas, mecanicistas, deterministas y reduccionistas propias de la modernidad, que han tenido influencias destructivas al contribuir a la producción de tecnologías perjudiciales y actitudes abusivas hacia el medio ambiente; contribución que estaría a favor de ideas que proponen el conocimiento científico como provisional y cambiante, con base en la probabilidad más que en el determinismo y que se preocupa por los procesos dinámicos de interacción compleja en lugar de reduccionismo causal lineal.

Ante una EC conservadora, tradicional y generadora de actitudes poco positivas en los estudiantes, y como especie amenazada frente a una EA más cercana a la vida cotidiana y al entorno del estudiantado, pero sin un posicionamiento curricular claro, una relación diferente entre los dos podría mejorar su supervivencia mutua. Mientras que la EC es generalmente bien establecida a través de su condición esencial de un currículo nacional, la EA no está bien desarrollada en la mayoría de los casos, más allá de tema transversal y sin un estatus curricular claro y que termina generando planes de estudios en ciencias de carácter fragmentado y que no tiene el mismo estatus curricular que tienen las ciencias, la matemáticas o el lenguaje. También es necesario señalar que la EA luego de la conferencia de Río-92, se ha convertido en un término controvertido y amenazado en su continuidad política y educativa frente a la *educación para la sostenibilidad* y la *educación para el desarrollo sostenible*, lo que ha contribuido a confundir aún más este campo educativo.

Ante una imagen de una EC empobrecida epistemológicamente por su tendencia positivista y desvinculada socialmente, y por otro lado, una EA dispersa y amenazada por una educación para el desarrollo sostenible (EDS) que es hegemónica y que minimiza las dimensiones culturales, éticas, políticas e

ideológicas, se les llama para hacer de la EC más cultural y socialmente relevante y una EA más centrada en el desarrollo humano y la sustentabilidad ambiental.

Es claro que la EC necesita la EA para reafirmarse en los planes de estudios, y generar actitudes positivas hacia las ciencias y su aprendizaje, incorporando dimensiones más relevantes para la vida de los estudiantes y las comunidades, al incluir distintas hibridaciones de los aspectos sociales, culturales y ecológicos; como la asimilación de enfoques interdisciplinarios globales, pero también multiculturales del conocimiento. A su vez, la EA requiere de la EC para apoyar la consecución de sus objetivos de acción social y que le proporcione un espacio legítimo en el plan de estudios, al establecer las implicaciones de la racionalidad económica desarrollista y consumista asociada con el desarrollo tecnocientífico de la modernidad.

Si vamos a comprometer seriamente el plan de estudios de ciencias de la escuela con un enfoque de ambientalización de las ciencias EC/ED para la enseñanza y el aprendizaje de la sustentabilidad, entonces esto tendría que ser escrito formalmente en normas, en estructuras curriculares y en procesos formativos del profesorado, pues esto no puede ser de procesos voluntarios. Como lo muestran las experiencias tanto externas como las nacionales, el profesorado tiende a mantener formas tradicionales de enseñanza y de manejo de currículos y contenidos para interpretar las reformas. A menos que haya una presión para cambiar desde el interior mismo de la comunidad docente cualquier cambio será de forma, y por tanto, para seguir igual.

Consideraciones finales

La situación de crisis planetaria y las actitudes negativas de los estudiantes hacia las ciencias

han llamado la atención a los educadores a examinar la pertinencia de la educación en ciencias. La perspectiva educativa de *alfabetización científica*, articulada al programa CTS, ha dado validez a las *competencias científicas básicas* fortaleciendo los aspectos sociales de las ciencias, contribuyendo así al cambio de la imagen positivista y neutral de las ciencias con el fin de mejorar la participación ciudadana ante cuestiones sociocientíficas que impactan nuestro entorno local y global. Aunque las nuevas propuestas formativas en la educación en ciencias se han visto influenciadas por el proyecto educativo mundial conocido como educación para el desarrollo sostenible (EDS), las competencias científicas escolares se han nutrido desde aspectos de la sustentabilidad que son un paso importante para la vinculación de la sociedad en la solución de las problemáticas globales de la relación sociedad/naturaleza, sin embargo este proyecto no sugiere la posibilidad de incluir alternativas al desarrollo económico y la admisión de otras *racionalidades* culturales distintas al conocimiento tecnocientífico. Con el fin de reconceptualizar las competencias, con lo que se preste atención a las anteriores expectativas, se ha propuesto la necesidad del desarrollo de capacidades para conocer, emocionar, valorar, pensar sistémica y críticamente, para la participación política. Por último se valora la perspectiva compleja del CDC en los procesos formativos del profesorado de ciencias con el fin de contribuir a la formación de competencias ambientales en el estudiantado.

Referencias bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A. (2012). Competencias: epítome en la didáctica de las ciencias naturales. En: A.C. Zambrano y C. Uribe (comp.) (2012). *La formación de educadores en ciencias en el contexto de la investigación en el aula*. Segundo Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología, 21 al 25 de junio de 2010. Cali: Educyt.
- Bauman, Z. (2013). *Sobre la educación en un mundo líquido*. Barcelona: Paidós.
- Bertschy, F.; Künzli, C. y Lehmann, M. (2013). Teachers' Competencies for the Implementation of Educational Offers in the Field of Education for Sustainable Development. *Sustainability* 5(12), 5067-5080.
- Bolívar, A. (2010). *Competencias básicas y currículo*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Cañal, P. (2011). Competencia científica y competencia profesional en la enseñanza de las ciencias. En: A. Caamaño (coord.) (2011). *Didáctica de la física y la química* Vol. III (pp. 35-55). Barcelona: Editorial Graó.
- Cebrián, G y Junyent, M. (2014) Competencias profesionales en educación para la sostenibilidad: un estudio exploratorio de la visión de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias* 32(1), 29-49
- Cobb, T. B. (1998). On the miscibility of science and environmental education. *The Journal of Environmental Education* 29(4), 5-10.

- Duschl, R.A. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.
- Escobar, A. (2012). *Una minga para el posdesarrollo: lugar, medio ambiente y movimientos sociales en las transformaciones globales*. Bogotá: Ediciones Desde Abajo.
- Freire, P. (1978). *Pedagogía y acción liberadora*. Madrid: Zero.
- Funtowicz, S.O. y Ravetz, J.R. (2000). *La ciencia posnormal: ciencia con la gente*. Barcelona, España: Icaria Editorial.
- García-Camarero, J. (2013). *El crecimiento medido y transitorio en el sur*. Madrid: Catarata.
- García-Díaz, J.E. (2004). *Educación ambiental, constructivismo y complejidad*. Sevilla: Díada Editora.
- Gil, D.; Carrascosa, J.; Furió, C. y Martínez-Torregrosa, J. (2002). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Editorial Horsori.
- Giordan, A. (1993). *La enseñanza de las ciencias*. Madrid: Siglo XXI Editores.
- Gordillo, M.M. (2006). *Controversias tecnocientíficas*. Barcelona: Octaedro-OEI.
- Gough, A. (2002): Mutualism: A different agenda for environmental and science education. *International Journal of Science Education* 24(11), 1201-1215.
- Gudynas, E. (2011). Desarrollo y sustentabilidad ambiental: diversidad de posturas, tensiones persistentes. En: A. Maratán y F. López (2011). *La Tierra no es muda. Diálogos entre el desarrollo sostenible y el posdesarrollo* (pp. 69-96). Granada, España: Tadigra S.L.
- Kincheloe, L.L. (2008). La pedagogía crítica en el siglo XXI: Evolucionar para sobre vivir. En: P. McLaren y J. Kincheloe (eds.) (2008). *Pedagogía crítica* (pp. 25- 69). Barcelona: Graó.
- Latouche, S. (2012). *Salir de la sociedad del consumo. Voces y vías del decrecimiento*. Barcelona: Octaedro.
- Leff, E. (2007). *Aventuras de la epistemología ambiental*. México: Siglo XXI Editores.
- Littledyke, M. (1997). Science education for environmental education? Primary teacher perspectives and practices. *British Educational Research Journal* 23(5), 641-659.
- Marco-Stiefel, B. (2001). Alfabetización científica y enseñanza de las ciencias. Estado de la cuestión. En: P. Membiela (ed.) (2001). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp. 33-46). Madrid: Narcea.
- Martínez, L.F. y Parga, D.L. (2013). *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones socio científicas: aportes para la formación del profesorado*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales*. Bogotá. Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf
- Mora, W.M. (1997). Naturaleza del conocimiento científico e implicaciones didácticas. *Educación y Pedagogía*, 18, 131-144.

- Mora, W.M. (2009). Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible ante la crisis planetaria: demandas a los procesos formativos del profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 26, 7-35.
- Mora, W.M. (2011). *La inclusión de la dimensión ambiental en la educación superior: un estudio de caso en la Facultad de Medio Ambiente de la Universidad Distrital en Bogotá*. (Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, España). Recuperado de: <http://fondosdigitales.us.es/tesis/autores/1689/>.
- Mora, W.M. (2012). Educación en ciencias y educación ambiental: necesidad de una relación mutuamente beneficiosa. *Revista EDUCYT Vol. Extraordinario*, 134-148. Recuperado de: <http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/educyt/article/view/2089>
- Mora W.M. (2013). Ambientalización curricular de la educación en ciencias. En: 7th World Environmental Education Congress (WEEC). Marruecos, 9-14 de junio de 2013 (pp. 375-384). Recuperado de: <http://www.environmental-education.org/en/documents/proceedings-7th-congress-weec/11-niche-7-greening-education-.html>
- Mora, W.M. y Parga, D.L. (2005). Evaluación por competencias y estándares de competencia, En el campo de la enseñanza de las ciencias y educación Ambiental. *Enunciación*, 10, 73-84.
- Mora, W. y Parga, D. (2010). La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 27, 67-93.
- Mora, W.M. y Parga, D.L. (2014). Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. En: A. Garritz, R.S. Daza y M.G. Lorenzo (comp.) (2014). *Conocimiento didáctico del contenido, una perspectiva iberoamericana* (pp. 100-143). Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- Morin, E. (2000). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa Editorial.
- Murga-Menoyo, M.A. y Novo, M. (2014). La formación de competencias en sostenibilidad: una estrategia para la mejora de la empleabilidad en sociedades sostenibles. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 139, 527-535.
- Nussbaum, M. (2012). *Crear capacidades: propuesta para el desarrollo humano*. Barcelona: Paidós.
- Reid, D.J., y Hodson, D. (1987). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea.
- Parga, D., y Mora, W.M. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Educación Química* 25(3), 332-342. Recuperado de: <http://educacion-quimica.info/numero.php?numero=129>.

- Pedrinaci, E. (2012). El ejercicio de una ciudadanía responsable exige disponer de cierta competencia científica. En: E. Pedrinaci (coord.) (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 15-37). Barcelona: Editorial Graó.
- Perrenoud, P. (2012). *Cuando la escuela pretende preparar para la vida. ¿Desarrollar competencias o enseñar otros saberes?* Barcelona: Graó.
- Reid, D.J. y Hodson, D. (1989). *Ciencia para todos en Secundaria*. Madrid: Narcea.
- Santos, B de S. (2012). *Una epistemología del Sur*. Buenos Aires: Siglo XXI, CLACSO Coediciones.
- Santos, B de S. (2013). *Descolonizar el saber, reinventar el poder*. Santiago de Chile: Ediciones Trilce.
- Sauvé, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de las Ciencias* 28(1), 5-018.
- Simonneaux, J. y Simonneaux, L. (2012). Educational Configurations for Teaching Environmental Socioscientific Issues within the Perspective of Sustainability. *Research in Science Education* 42(1), 75-94.
- Tytler, R. y Osborne, J. (2012). Student Attitudes and Aspirations Towards Science. En: B.J. Fraser, K.G. Tobin y C.J. McRobbie (ed.) (2012). *Second International Handbook of Science Education* (pp. 597-623). Londres-Nueva York: Springer Dordrecht Heidelberg.
- Ull, M. A.; Albert Piñero, A.; Martínez Agut, M. P. y Aznar Minguet, P. (2014). "Preconcepciones y actitudes del profesorado de Magisterio ante la incorporación en su docencia de competencias para la sostenibilidad" *Enseñanza de las Ciencias*. 32 (2): 91-112.
- Vargas, H. (2015). Calidad de vida a través del *Sumak Kawsay* y el decrecimiento: Una visión desde la transdisciplinariedad. En: H. Vargas (2015). *Calidad de vida no – violenta: saberes originarios, prácticas de paz y decrecimiento* (pp. 65-102). México: Editorial Torres Asociados.
- Vilches, A.; Macías, O. y Gil, D. (2014). *La transición a la sostenibilidad: un desafío urgente para la ciencia, la educación y la acción ciudadana temas clave de reflexión y acción*. Madrid: Iberciencia, OEI, Junta de Andalucía.

Para citar este artículo:

- Mora, W.M. (2015). Desarrollo de capacidades y formación en competencias ambientales en el profesorado de ciencias. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología - Tecné, Episteme y Didaxis*, (38), 185-203.