



Las competencias ambientales clave en las actividades docentes del profesorado de ciencias

- Key Environmental Skills in Teaching Activities of Science Teachers
- As competências ambientais chave nas atividades docentes de professores de ciência

Resumen

Nuestra sociedad actual se caracteriza por un estado de crisis civilizatoria, donde la pobreza, la inequidad y los conflictos conforman un sistema de problemáticas de las relaciones sociedad-naturaleza, que hacen que la formación ambiental se haga necesaria y urgente en nuestro sistema educativo. El desarrollo de capacidades y formación de competencias ambientales de los docentes, particularmente de ciencias, son determinantes para permitir que en las instituciones educativas los estudiantes tengan una formación ciudadana, crítica y democrática para participar en la toma de decisiones responsables frente a los problemas ambientales locales. Este artículo, a partir de la conceptualización de las relaciones capacidades/competencias, presenta las competencias ambientales para la acción, como base de las propuestas para la sostenibilidad ambiental frente a las demandas actuales como criterio de idoneidad en los currículos de todos los niveles educativos, en particular de la educación superior. Por último, se propende por unas competencias ambientales integradas, relacionadas con las transiciones/progresiones de aprendizaje, que hacen parte de los estándares de ciencias, en la formación de los estudiantes, lo que hace necesario procesos formativos del profesorado en enfoques de enseñanza, como las cuestiones sociocientíficas y cuestiones socioambientales agudas.

Palabras clave:

educación ambiental y educación en ciencias; competencia acción integrada; cuestiones socioambientales

William Mora Penagos*
Nathaly Guerrero**

* Profesor del Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE-UD). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Correo electrónico: wmora@udistrital.edu.co. Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4289-4842>

** Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE-UD). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Correo electrónico: nathalybacilos@gmail.co. Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5609-9036>



Abstract

Nowadays, society characterizes for being in a state of civilizational crisis, where poverty, inequality, and conflicts develop a system of problems that make environmental training necessary in our educational system. This urgent change could help with the training of ecological competencies in teachers, particularly in science, which is decisive to allow students to have civic, critical, and democratic training to participate in decision-making for local environmental problems. In this essay, based on the conceptualization of the competencies in relationships, the environmental competencies for action could be the basis for the proposals of actions for ecological sustainability, currently demanded as a criterion of suitability in the curricula of all educational levels, especially in higher education. Finally, it is aimed at integrated environmental competencies, related to learning transitions, which are part of the science standards in the training of students, making teacher training processes in socio-scientific and acute socio-environmental issues a necessary matter.

Keywords:

environmental education and science education; integrated action competency; socio-environmental issues

Resumo

Nossa sociedade atual caracteriza-se por um estado de crise civilizatória, onde a pobreza, a desigualdade e os conflitos compõem um sistema problemático das relações sociedade-natureza, que tornam a formação ambiental necessária e urgente em nosso sistema educacional. O desenvolvimento de capacidades e formação de competências ambientais dos professores, particularmente de ciências, são determinantes para permitir que nas instituições de ensino os alunos tenham uma formação cidadã, crítica e democrática para participar da tomada de decisões responsável diante aos problemas ambientais locais. Neste artigo, a partir da conceitualização das relações capacidades/competências, apresenta as competências ambientais para a ação, como base das propostas para a sustentabilidade ambiental em relação às demandas atuais como critério de elegibilidade nos currículos de todos os níveis de educação, em especial o ensino superior. Por fim, orienta-se por umas competências ambientais integradas, relacionadas com as transições / progressões de aprendizagem, que fazem parte dos padrões de ciências, na formação de alunos, o que torna necessário os processos de formação de professores em abordagens de ensino, como as questões sócio-científicas e questões socioambientais agudas.

Palavras-chave:

educação ambiental e educação em ciências; competência de ação integrada; questões socioambientais

Introducción

La educación ambiental (EA) se ha convertido en un tema fundamental y apremiante para todos, dadas las problemáticas actuales expresadas en los efectos del cambio climático; la explotación, agotamiento y contaminación de los recursos naturales; la pérdida de diversidad biológica y cultural; las migraciones humanas; la inseguridad alimentaria, el impacto de la nanotecnología, el riesgo de desastres, la paz y la justicia socioambiental, la pandemia del covid-19, entre otras; que están directamente asociadas a los desenfrenados mercados transnacionales neoliberales del modelo económico desarrollista, productivista/consumista, basada en el antropocentrismo y la codicia, que han puesto a la humanidad en una verdadera crisis civilizatoria de la modernidad (Leff, 2007; Mora, 2020).

Parece obvio que enfrentarse a estas problemáticas y sus causas tiene que ver con procesos educativos, sin embargo, es necesario aclarar en primera instancia que no es tarea de la escuela resolver los problemas políticos de la sociedad, ni una institución escolar se vuelve “verde” al ahorrar energía, recolectar baterías o clasificar los desechos. El factor crucial debe ser lo que los estudiantes aprenden al participar en actividades exitosas, con relación a políticas pertinentes y estratégicas de la sociedad relacionadas con el proyecto educativo institucional y los currículos de las distintas áreas educativas; y, en segundo lugar, las preocupaciones sobre el medio ambiente deben estar emparejadas con una preocupación por la democracia no solo representativa y participativa, sino particularmente deliberativa.

Por lo anterior, es claro que todos los profesionales, incluyendo el profesorado en su campo profesional, se enfrentan a un nuevo reto formativo en competencias para

la sustentabilidad ambiental, prioritario para cumplir con su finalidad de ser contribuyentes a la formación de ciudadanos críticos, éticos y democráticos capaces de participar de manera informada y responsable en la toma de decisiones en distintos escenarios de cuestiones socioambientales (CSA) y justicia socioambiental (JSA) (Mora, 2019).

Aunque es claro que la educación ambiental (EA) es una responsabilidad formativa del profesorado en general, en Colombia como en otros países latinoamericanos, por ser considerado en política educativa como un “transversal curricular”, es una realidad que en la práctica educativa son los profesores de biología, química y física, en su orden, los que terminan siendo responsables de liderar los proyectos ambientales escolares (Praes) en las instituciones escolares, como única forma de inclusión de la dimensión ambiental en los currículos. Pero la escasa preparación de los licenciados, en EA, el reducido conocimiento de las problemáticas ambientales locales y el tiempo escaso del que dispone el profesorado para trabajos interdisciplinarios (Chrovak *et al.*, 2006) son algunos de los obstáculos que se presentan para la construcción significativa de conocimientos docentes ambientales.

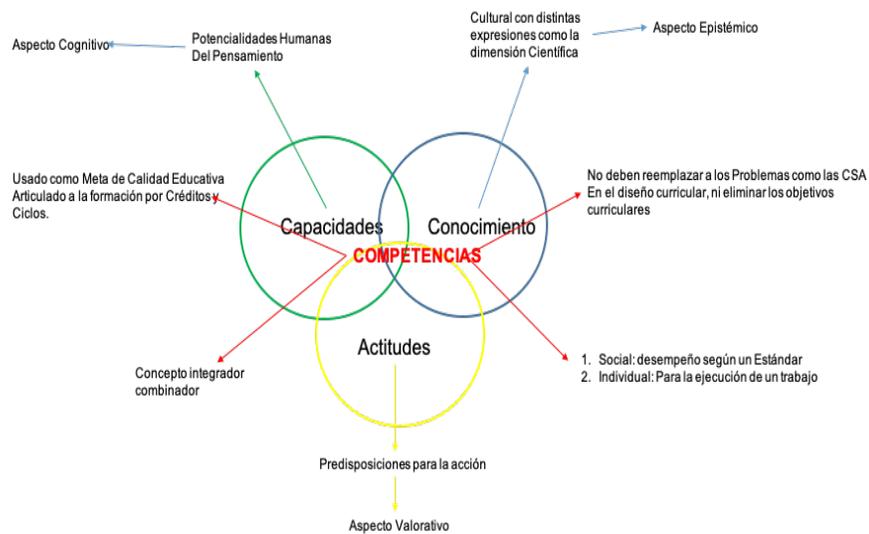
La relación capacidades/competencias

El término competencias se comienza a utilizar desde la década de los setenta bajo un enfoque de un mercado neoliberal en el campo laboral e industrial. Ya a finales del siglo XX toma un sentido más referido a la praxis y se introduce en el campo educativo, se relaciona con la capacidad y habilidad para plantear la mejor solución en el menor tiempo a una problemática específica, es decir, actuar en contexto. En el año 2005, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo

Económicos (OCDE) entiende la competencia como capacidad y deseo para enfrentarse a metas difíciles y la activación de disposiciones psicosociales para una respuesta satisfactoria en un contexto específico.

La capacidad se relaciona con el potencial cognitivo y desarrollo humano propio de cada individuo, es una aptitud para aprender algo, entendiendo que la persona está dotada de cualidades para realizarlo; tiene clara relación con el aprendizaje y la disposición susceptible de desarrollarse para adquirir competencias (Del Valle, 2004). La competencia, por otra parte, hace referencia a una capacidad que se proyecta, por tanto, pone en evidencia el nivel de desarrollo que ha alcanzado dicha capacidad, pero una competencia no solo está determinada por un componente cognitivo, también hay un componente actitudinal (emocional) y uno procedimental, asociado a conocimientos, como se puede ver en la figura 1.

Figura 1. Elementos asociados a las competencias



Fuente: Adaptado de Sanz de Acevedo (2012).

Las competencias solo se evidencian en la acción y en un contexto específico, por lo cual requiere la movilización de capacidades, conocimientos, valores, saberes, experiencias, entre otros. Queda claro entonces 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 (Mora, 2015; 2020).

Las capacidades y las competencias establecen una relación dialógica y de interdependencia, pero no de identidad, en que lo general y potencial, propio

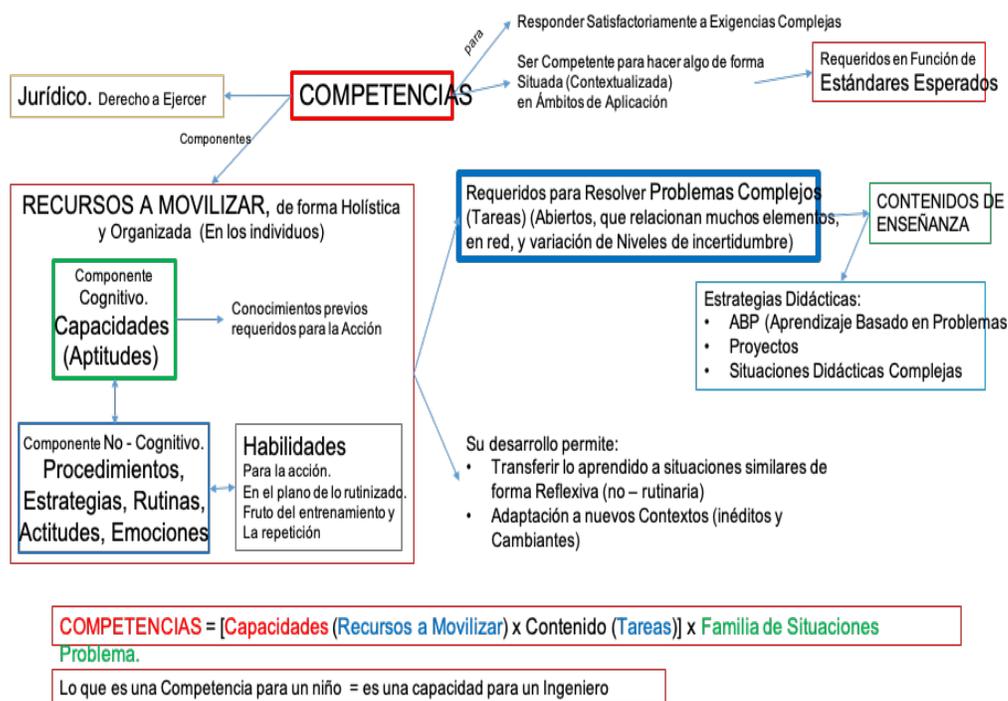
de las capacidades se hace específico y atencional en su desarrollo, permitiendo la formación de competencias. Las capacidades no son directamente observables en la actividad, mientras las competencias tienen la factibilidad de ser inferidas del comportamiento, del desempeño, esto las hace cognoscibles y objeto de interpretación, donde la variación en su nivel de complejidad depende de su carácter contextual, histórico y cultural, utilizables en demandas educativas propias de tareas de carácter pedagógico/didáctico.

Las capacidades son comprendidas como potencialidades psicológicas complejas, con un carácter predominantemente ejecutor, que se constituyen en premisa y resultado de la acción exitosa del sujeto y de la creación novedosa. Su sentido teórico-metodológico para la práctica pedagógica/didáctica, evidenciado en factores cognitivos, metacognitivos, y

motivacionales, si bien se identifica como los componentes estructurales no determina por sí mismo el comportamiento competente (Suárez, Dusú y Sánchez, 2007). La relación capacidades (pensamiento)/competencias (acción) se da en los siguientes términos: comprender/interpretar, crítica/evaluar, creación/generador, complejizar/tomar decisiones.

Son las capacidades/competencias en su sentido integrativo/contextual las que permitirán al estudiante “resultados de aprendizaje”, de lo que se espera que el estudiante sea capaz de hacer, comprender y/o sea capaz de demostrar, y que, en la formación de estudiantes universitarios, se forman en el contexto profesional conforme a las “exigencias y estándares” utilizados en el área ocupacional correspondiente. Una síntesis del anterior apartado conceptual la presentamos en la figura 2.

Figura 2. La formación en competencias



Fuente: Tomado de Mora (2020).

Las competencias ambientales orientadas hacia la acción

Desde 1975, con la Carta de Belgrado, la EA se centró en (1) fomentar conciencia; (2) adquirir los conocimientos, valores, actitudes, compromisos y habilidades, y (3) crear comportamiento hacia el medio ambiente, lo que hizo necesario una formación para la acción; desafortunadamente, la educación tradicional ha hecho que la formación se haya enfocado en los dos primeros objetivos, abandonando prácticamente el tercero. En este sentido, Barrett (2006) considera que existe una desconcertante desconexión entre aquellos que poseen conocimiento y conciencia ambiental, pero carecen de la propensión a actuar, como puede constatarse al revisar las publicaciones de la revista *Environmental Education Research*. Esa situación apoya la necesidad de desarrollar la competencia de acción de los estudiantes como un tipo particular de conocimiento sobre visiones, causas, efectos y posibles respuestas a problemas ambientales, a través de preguntas como la siguientes: ¿qué formas de conocimiento contribuyen al desarrollo de la capacidad de acción de los estudiantes?, y ¿cómo nos podemos acercar a una comprensión de los tipos de experiencias que desarrollan la competencia de acción (relevantes)?

Para ello se deberán superar obstáculos, como por ejemplo las tendencias epistemológicas positivistas de los profesores de ciencias de todos los niveles educativos, en los casos en que sus discursos en clase tienden a destacar posiciones de neutralidad educativa (Mora, 2015), que generan poderosos efectos disciplinarios sobre la capacidad de un maestro para ver más allá de lo que creen que es posible hacer. Esto sugiere que podría ser útil centrar la atención en los enfoques de investigación y pedagogía que interroguen por cómo los discursos educativos dominantes dificultan, o (im)posibilitan, que los docentes y los estudiantes participen en la educación ambiental orientada a la acción y cuáles son los efectos de adoptar un enfoque de competencia de acción en los estudiantes, respecto a los requerimientos formativos en el profesorado.

Centrados en la idea de que desarrollar la competencia de acción se convierte en un ideal formativo en un enfoque democrático de la educación, para Jensen y Schnack (1997), la competencia de la acción debería ocupar una posición central en el discurso teórico de la educación ambiental, ya que muchos de los problemas educativos cruciales relacionados con la educación liberal política y comunitaria están unidos en este concepto.

Sin embargo, existe la preocupación en la marcada tendencia a:

- Una enseñanza moralizante, que modifica el comportamiento por individualización. Desde un modelo educativo de tendencia a considerar la tarea educativa como una cuestión de modificación de la conducta.
- El predominio del cientificismo en la educación ambiental, donde el enfoque a menudo se centra en dar conocimientos ecológicos desprovistos de perspectivas sociales y humanas involucradas, los dos factores deben

estar equilibrados en una relación naturaleza/sociedad.

- La prioridad que otorgan las instituciones escolares a la dimensión académica a expensas de lo más práctico y experiencial ha llevado a que se ponga en segundo plano la atención a los enfoques “orientados a la acción”.
- Existe mayor demanda de autenticidad a problemas ambientales reales y no tanto simulados.

De esta manera, la competencia en la acción debe considerarse como una alternativa necesaria a los obstáculos anteriores, que son propios del enfoque tradicional de la educación ambiental orientado desde la educación en ciencias y los modelos de enseñanza tradicionales de transmisión-recepción de información y no del fomento para la acción colectiva en torno a problemas reales del entorno local asociado a situaciones de conflicto socioambiental, que exigen de formar ciudadanos presentes y futuros capaces de actuar tanto a nivel social como personal.

La EA para la acción debe orientarse hacia soluciones de un problema desde la perspectiva de cambio, por lo que el hecho de que una clase, por ejemplo, limpie la suciedad y los desechos de una playa no podría caracterizarse como acción si el problema en cuestión es la contaminación del medio ambiente marino. No se debe confundir actividad con acción (Jensen y Schnack, 1997). Se puede concluir que se deben proporcionar varias condiciones para que las acciones ambientales dentro de las clases de educación ambiental contribuyan al desarrollo de la competencia de acción. Una perspectiva crítica, constructivista y compleja es necesaria y debe estar relacionada con una acción concreta.

Jorgenson, Stephens y White (2019) consideran que se requiere refinar el concepto de acción ambiental (orientado a contribuir a resolver los problemas ambientales, decidida por los propios actores), en un nuevo contexto de problemas sistémicos y cada vez más complejos, ajustados al actual “contexto histórico y macrocultural”, por lo que los marcos existentes de la EA ofrecen pautas insuficientes sobre cómo preparar a los estudiantes para las realidades rápidamente cambiantes, inciertas y que ponen en juego muchos intereses, por ejemplo, del cambio climático, la crisis sanitaria del covid-19, y la transición a las energías renovables. Dado que los fundamentos conceptuales y metodológicos de la EA que se desarrollaron en las décadas de 1970 y 1980, cuando se asumió que los problemas energéticos y ambientales podrían abordarse adecuadamente mediante la conservación de recursos y cambios incrementales en la tecnología y el comportamiento humano, son diferentes ahora frente a problemáticas multisistémicas y de alta complejidad como el cambio climático articulado a la transición energética, por lo que es necesario un cambio en la tradición de EA, de promover la acción ambiental en la esfera privada a nivel de personas individuales a transiciones de sostenibilidad que demandan de la acción pública y colectiva, y las redes de multiactores, con énfasis en la naturaleza emergente y política de la acción y el cambio, donde los educadores e investigadores ambientales reconceptualicen a los niños y jóvenes como actores e innovadores dentro de una red social mucho más amplia, que requieren nuevas formas de EA participativa y ciudadana que interactúen con múltiples tipos de actores que buscan comprender la situación actual participando en la creación de distintas soluciones.

Estas redes multiactor podrían incluir científicos y activistas climáticos, empresas y

empresarios de energía renovable, agencias estatales, ONG y grupos comunitarios/cívicos, que brinden oportunidades para que los niños y jóvenes adquieran conocimientos especializados orientados a la acción que es difícil de construir a través de la experiencia cotidiana en contextos familiares como el hogar y la escuela, desarrollando la competencia de acción colectiva en transiciones de sostenibilidad, situada en contextos locales. Al minimizar el papel de la acción colectiva, los educadores e investigadores ambientales pueden estar reforzando una concepción simplista y estrecha de la relación entre el cambio climático, la acción humana y el cambio del sistema energético, lo que distorsiona el hecho de que muchas de las acciones climáticas más impactantes son decisiones sobre los sistemas de suministro creados por actores estatales y del sector del mercado bajo la presión directa de coaliciones de defensa de colectivos sociales.

La acción colectiva es entendida como una acción tomada en común por un grupo de actores individuales, ya sean personas u organizaciones, en pos de un interés compartido percibido, que involucra a pequeños grupos de actores a nivel comunitario, mientras que otras involucran redes de múltiples actores a nivel regional, nacional o global.

Una síntesis de los tipos de acciones, según Jorgenson, Stephens y White (2019), podrían ser individual/colectivo, privado/público, directo/indirecto:

- Individual: Acción de actores individuales (personas/organizaciones)/colectivo: acción de grupos de actores individuales (personas/organizaciones).
- Privado: Acción en el sector privado (por ejemplo, hogares, empresas privadas)/ público: acción en el sector público (activista/no activista).
- Directo: Acción que beneficia al medio ambiente directamente (actor a medio ambiente)/indirecto: acción que beneficia al medio ambiente indirectamente (actor a actor).

Las competencias clave en materia de sustentabilidad ambiental

El aumento de la atención se ha centrado en las competencias como elemento central para el desarrollo de currículos y planes de estudio en materia de sustentabilidad ambiental, como criterio de calidad e idoneidad en los procesos formativos en los distintos niveles educativos; para lo cual se han identificado un conjunto de competencias clave que se refiere a aquellas competencias relevantes para preparar a los estudiantes para su futuro papel en la sociedad, ya sea su papel como profesional, político o como consumidor. Las competencias clave pueden entenderse como competencias interdependientes multifuncionales y de contexto que se consideran particularmente cruciales para la implementación de los objetivos importantes de la sociedad en un marco normativo definido (por ejemplo, la sostenibilidad) y que son importantes para todos los individuos (Rieckmann, 2012), su grado de relevancia es establecido en distintas culturas.

En algunos casos, las competencias clave para la sustentabilidad deben basarse en competencias generales, como la investigación, el pensamiento crítico/argumentativo, justificadas principalmente a través de la referencia a los desafíos de complejidad, incertidumbre, riesgos y la alta velocidad del cambio social (global).

¿Qué competencias clave son cruciales para entender los desafíos centrales que enfrenta la sociedad mundial (como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, el covid-19, el riesgo de desastres, la pobreza y la injusticia) y para facilitar un futuro más sostenible? Todavía no hay acuerdo definitivo en el discurso internacional de la EDS sobre cuáles son las más importantes competencias clave dentro de un marco de este tipo.

Las competencias para la sostenibilidad existen en diversas formas, definiciones, entornos e interpretaciones. Aunque se usan diferentes criterios para definir y agrupar las competencias para la sostenibilidad, todos los conjuntos cubren elementos comparables, como lo describe Wiek *et al.* (2011) con las competencias:

- Pensamiento sistémico: Capacidad de analizar colectivamente sistemas complejos en diferentes dominios (sociedad, medio ambiente, economía, etc.) y en diferentes escalas (local a global), considerando los efectos en cascada, la inercia, los circuitos de retroalimentación y otras características sistémicas relacionadas con temas de sostenibilidad y marcos de resolución de problemas de sostenibilidad.
- Anticipatoria: Capacidad de analizar, evaluar y crear colectivamente 'imágenes' del futuro relacionadas con temas de sostenibilidad y

marcos de resolución de problemas de sostenibilidad.

- Normativa: Capacidad de mapear, especificar, aplicar, reconstruir y negociar colectivamente los valores, principios, objetivos y metas de sostenibilidad.
- Estratégica: Capacidad para diseñar e implementar colectivamente intervenciones, transiciones y estrategias de gobernabilidad transformadora hacia la sostenibilidad.
- Interpersonal: Capacidad de motivar, habilitar y facilitar la investigación de sostenibilidad colaborativa y participativa y la resolución de problemas.

Caniglia *et al.* (2016) consideran que un marco de aprendizaje basado en la experiencia y la acción hace operativo el pensamiento sistémico, las competencias normativas y de colaboración que son objetivos específicos de aprendizaje en la etapa inicial del desarrollo de capacidades y formación de competencias, en el siguiente sentido:

- El pensamiento sistémico, para analizar sistemas complejos y problemas en diferentes dominios (sociedad, medio ambiente, economía, cultura, política, ética) y escalas (local a global), es competencia esencial para comprender y comprometerse con la complejidad de los temas de sostenibilidad.
- Las competencias normativas requieren de una comprensión avanzada de cómo evaluar las situaciones actuales y participar en negociaciones de valores y prioridades en la evaluación de problemas de sostenibilidad, que se expresa en habilidades para (Wiek *et al.*, 2015) (1) reconocer y posicionar

los propios valores, hábitos, percepciones y nuevas experiencias en relación con la sostenibilidad en un lugar y tiempo determinados; (2) explicar los conceptos de justicia, equidad y ética y su relevancia para la sostenibilidad; (3) evaluar la (in)sostenibilidad de los sistemas socioambientales utilizando diferentes principios y metas de sostenibilidad.

- La competencia colaborativa o interpersonal incluye (1) diversidad y capacidades interculturales; (2) comunicación compasiva, empática, no violenta y habilidades de escucha activa; (3) habilidades de colaboración y responsabilidad profesional entre sí. Estas habilidades son la base para niveles avanzados de competencia colaborativa, un elemento crucial en todas las profesiones de sostenibilidad.

La adquisición y evaluación de competencias para la sostenibilidad requiere diferentes formas de enseñanza y aprendizaje que se centren en el aprendizaje experiencial, activo, participativo, creativo, colaborador y centrado en la resolución de problemas, interdisciplinario y de autorregulación. Lambrechts y Petegem (2016) identifican tres características principales de los métodos de enseñanza y aprendizaje:

- Interactivos y participativos (por ejemplo, método socrático, discusión grupal, juego de roles, diario grupal o personal, lluvia de ideas, evaluación por pares);
- orientados a la acción (por ejemplo, aprendizaje a través de pasantías, resolución de problemas reales de la comunidad, educación al aire libre), y
- de investigación (por ejemplo, investigación bibliográfica, análisis de problemas, clarificación de valores, estudios de casos, mapeo de conceptos).

Las competencias ambientales clave interconectadas

Las competencias ambientales no son las que se deben desarrollar en los individuos, sino las capacidades ambientales, lo que implica la movilización y combinación eficaz de recursos individuales (conocimientos, procedimientos, actitudes) y del medio (información, personas, material, etc.), para poder actuar de forma crítica y resolver unas tareas que pueden juzgarse como complejas, ya que implican problemas abiertos que relacionan muchos elementos en red y distintos niveles de incertidumbre además de contextos inéditos y cambiantes (Lambrechts y Petegem, 2016).

Pero es importante aclarar que el tipo de capacidades/competencias ambientales que se trabajen van a estar directamente relacionadas con el nivel educativo o formativo del sujeto. Por ejemplo, en la educación superior se debe trabajar una competencia para garantizar el cumplimiento de las tareas que

demanda el ejercicio de una profesión, como en el caso de los licenciados en las ciencias naturales, los cuales deben tener las herramientas para poder desarrollar en estudiantes de educación básica secundaria habilidades y destrezas esenciales en cualquier individuo para la realización y desarrollo personal a lo largo de la vida (capital cultural) e inclusión de una ciudadanía activa (capital social), independiente del campo específico profesional en el que el sujeto se vaya a desempeñar.

Estas competencias docentes están dirigidas a formar al estudiantado en competencias clave o de importancia crítica para los esfuerzos de inclusión de la sustentabilidad ambiental, que no son un simple listado, sino un conjunto de “competencias ambientales clave interconectadas”, de competencia en pensamiento sistémico, competencia anticipatoria, competencia normativa, competencia estratégica y competencia interpersonal, como lo proponen Wiek, Withycombe y Redman (2011), orientadas a la participación en la resolución de problemas complejos de sustentabilidad ambiental, en casos reales de las cuestiones socioambientales; las cuales difieren de los problemas abordados en otros campos y disciplinas como en la química, la física y la biología. El trabajo de estas competencias clave interconectadas es imperante para lograr la comprensión integral de sistemas acoplados, orientación, preparación y anticipación de futuro, para cambiar el paradigma que considera que es suficiente con un modelo de desarrollo económicamente viable, socialmente justo y ambientalmente correcto.

Las competencias de interconexión entre la educación ambiental y la educación en ciencias

Si bien la EA es esencialmente de naturaleza extracurricular, y la educación en ciencias (EC)

tiene un papel importante en el desarrollo de la comprensión de los conceptos y principios científicos, su integración es esencial en el abordaje de los problemas ambientales en un mutualismo (Gough, 2002), de educación ecocientífica (Sauvé, 2010) o de “educación científica-ambiental” (Mora, 2017), frente a las problemáticas o cuestiones socioambientales (CSA) del siglo XXI. Aunque, la EC ha alcanzado un estatus curricular en los diseños internacionales, no es su fortaleza el trabajo pedagógico/didáctico en la acción en problemas reales del entorno, aspecto en reconsideración para mejorar las actitudes hacia las ciencias y su aprendizaje (Mora, 2019). Por otro lado, la imagen pública negativa y de desacreditación de las ciencias estimulado por una visión posmoderna relativista, que propone que todo el conocimiento está vinculado culturalmente. La EC para una cosmovisión posmoderna constructiva es más apropiada para una educación científica del siglo XXI y también para la EA, ya que es más compatible con los enfoques de sostenibilidad que la ciencia moderna clásica.

Littledyke (2008) propone algunas características de la educación constructiva de la ciencia posmoderna para incluir una integración de componentes efectivos y afectivos, como un modelo adecuado para el desarrollo de la práctica integrada a la EA:

Características cognitivas del aprendizaje:

- Educar a los alumnos en los métodos e ideas de la ciencia para que puedan usar la ciencia para interpretar y entender el mundo.
- Ayudar a los alumnos a crear marcos personales significativos para comprender la ciencia.

- Analizar críticamente las ideas y la aplicación de ideas para la validez científica.
- Evaluar críticamente las implicaciones sociales y ambientales de la aplicación de ideas científicas.
- Características afectivas del aprendizaje:
- Para fomentar un sentido de interés, disfrute y emoción en el aprendizaje de la ciencia.
- Para incluir un sentido de belleza, respeto, reverencia y admiración en los enfoques del entorno y la comprensión de nuestro lugar en el universo.

Las competencias ambientales en las transiciones/progresiones de aprendizaje, en el contexto del razonamiento sociocientífico

Las progresiones de aprendizaje (PA) proporcionan un marco internacional, que preferimos llamar transiciones de aprendizaje (TA) (de progresión/regresión), para investigar y describir cómo se desarrolla la comprensión de los estudiantes en relación con contenidos de enseñanza/aprendizaje. Las PA son descripciones de las formas cada vez más sofisticadas en que los estudiantes piensan sobre un tema científico complejo y conceptualmente desafiante como el cambio climático. Estas PA pueden ayudar al profesorado a identificar y comprender el nivel donde probablemente comienzan sus estudiantes en su desarrollo conceptual, lo que es fundamental en la planificación curricular para desarrollar modificaciones formativas basadas en las trayectorias de aprendizaje reales de los estudiantes (Breslyn, Drewes, McGinnis, Hestness y Mouza, 2017).

Los anteriores autores, fundamentados en la literatura de investigación y sus propias investigaciones de campo han propuesto una PA en cuatro niveles, sobre el cambio climático. El nivel 1, o el ancla inferior, representa el pensamiento del estudiante antes de la instrucción y el nivel 4, o ancla superior, es la dimensión deseable y de consenso sobre lo que los alumnos deberían saber y saber hacer. Los niveles intermedios, nivel 2 y 3, forman el núcleo de la PA que se intenta evaluar su tránsito, en estrategias didácticas de participación en la mitigación y adaptación.

Tabla 1. Progresiones de aprendizaje (LP) condicional para el cambio climático

Construcciones primarias	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Actividad humana Mecanismo Impactos Mitigación y adaptación	<p>Los estudiantes pueden explicar que la actividad humana está contribuyendo al calentamiento de la tierra. Los estudiantes pueden afirmar que la actividad humana está produciendo gases o contaminación del aire, pero no lo relacionan con el CO₂ o el uso de combustibles fósiles. Los estudiantes pueden relacionar la presencia de ciertos gases en la atmósfera con el calentamiento de la tierra, pero no especifican gases específicos o el mecanismo. Los estudiantes pueden explicar que un clima más cálido afectará a los seres humanos y los ecosistemas, pero no profundizan en los impactos específicos. Pueden confundir la certeza científica y las proyecciones con la opinión y, en general, no tienen un marco de tiempo realista para el cambio climático. Los estudiantes pueden explicar que las acciones simples que las personas pueden tomar, como la conservación de energía, pueden ayudar a frenar el cambio climático, pero no pueden describir por qué. Pueden describir una acción que las personas pueden tomar para adaptarse al cambio climático.</p>	<p>Los estudiantes pueden explicar que el uso humano de combustibles fósiles para obtener energía genera CO₂ y es la causa principal del cambio climático. Los estudiantes pueden explicar que el ozono y el agujero de ozono no son factores importantes en el cambio climático. Los estudiantes pueden describir que los gases de efecto invernadero atrapan la energía del sol dentro de la atmósfera terrestre, lo que hace que la tierra se caliente y que el CO₂ es el principal responsable del aumento de GHF. Los estudiantes reconocen que el exceso de CO₂ no se escapa al espacio exterior. Los estudiantes son capaces de identificar impactos locales y globales del cambio climático y puede proporcionar ejemplos específicos. Afirman que los científicos están relativamente seguros de que el cambio climático está ocurriendo ahora u ocurrirá en un futuro cercano. Los estudiantes son capaces de identificar un número limitado de acciones que las personas, las comunidades y los países pueden tomar para reducir el ritmo del cambio climático o identificar medidas simples para adaptarse a los impactos del cambio climático.</p>	<p>Los estudiantes pueden nombrar combustibles fósiles específicos (por ejemplo, carbón, petróleo, gas) y pueden distinguir entre fuentes de energía de combustibles no fósiles (nuclear, eólica, solar). Los estudiantes pueden describir que las plantas eliminan parte del CO₂ generado por los humanos de la atmósfera y pueden mencionar los conceptos básicos del ciclo del carbono (como la fotosíntesis y la respiración). Los estudiantes pueden describir cómo la energía del sol llega a la superficie de la tierra y se convierte en energía térmica y que parte de la energía térmica es absorbida por el CO₂ y otros GEI que no pueden escapar al espacio exterior y esta energía está causando que la tierra se caliente. Los estudiantes pueden describir los impactos locales y globales del cambio climático y puede proporcionar ejemplos de cómo estos variarán geográficamente. Pueden explicar que los científicos usan evidencia de múltiples fuentes y que el cambio climático está ocurriendo ahora y se proyecta que aumentará en severidad con el tiempo. Los estudiantes pueden describir varias estrategias de mitigación y adaptación científicamente válidas para reducir los impactos negativos del cambio climático. Los estudiantes también pueden describir cómo estas acciones se relacionan con el mecanismo del cambio climático.</p>	<p>Los estudiantes pueden describir la velocidad a la que los humanos utilizan los combustibles fósiles para obtener energía y la velocidad a la que los océanos y la vegetación recuperan el CO₂. Los estudiantes pueden describir el desequilibrio actual entre estas dos tasas y el impacto relacionado en el ciclo del carbono. Los estudiantes son conscientes de otros GEI generados por actividades humanas. Los estudiantes pueden proporcionar un mecanismo para el GHE mejorado a nivel molecular. Los estudiantes también pueden conectar el mecanismo con el uso humano de combustibles fósiles y el desequilibrio actual en el ciclo del carbono y las concentraciones elevadas de CO₂. Los estudiantes también son conscientes de los ciclos de retroalimentación positiva, como el albedo, que influyen en el mecanismo. Los estudiantes pueden describir los impactos locales y globales del cambio climático. También pueden explicar que los modelos climáticos se basan en múltiples fuentes de evidencia y puede enumerar varias fuentes. Entienden que los impactos futuros se basan en proyecciones científicas y pueden variar, pero los modelos son confiables y continúan mejorando con la investigación científica. Los estudiantes son capaces de identificar varias estrategias de mitigación y adaptación científicamente válidas a nivel nacional e internacional que pueden ralentizar el ritmo del cambio climático. Los estudiantes pueden comparar y contrastar cada estrategia, así como su costo, efectividad y relevancia regional.</p>

Fuente: elaboración propia con base en Breslyn et al. (2017).

Un aspecto conceptual necesario para el diseño curricular por competencias se refiere al dominio en el que se aplica la competencia, ya que se puede ser más competente en un aspecto que en otro. Las medidas de competencia deben estar explícitamente vinculadas a un dominio de contenido, que en algunos casos lo han convertido en un estándar de contenido, de lo que los estudiantes deben aprender y hacer. Xiufeng (2009) dice que Wilson (National Research Council, NRC, 2006) identificó las siguientes características de estándares de contenido de alta calidad (a) ser claros, detallados y completos; (b) ser de alcance razonable; (c) ser rigurosa y científicamente correctos; (d) disponer de un marco conceptual claro; (e) basarse en modelos sólidos de aprendizaje de los estudiantes, y (f) describir las expectativas de desempeño e identificar los niveles de competencia. Idealmente, las expectativas de rendimiento deben consistir en dos dimensiones, los temas y los niveles cognitivos. Los niveles de competencia son los grados de dominar un estándar de aprendizaje por los estudiantes. Organizar estándares de contenido por temas unificados significa que un mismo tema o concepto puede ser aprendido una y otra vez en diferentes grados con creciente complejidad y por lo tanto cada vez más altas expectativas de competencia.

En los EE. UU., los estándares científicos de la próxima generación (Next Generation Science Standards [NGSS], 2013), fundamentados en progresiones de aprendizaje (PA), son el primer conjunto de normas que dedican una atención específica al impacto de los seres humanos en el medio ambiente, incluida una serie de expectativas de rendimiento de la ciencia climática, aunque evitan los aspectos sociales y políticos del cambio climático y la acción climática y dejan a los profesores este vacío (Clark, Sandoval y Kawasaki, 2020).

Es importante entender que para que los estudiantes obtengan conocimientos contextualizados, para ser miembros informados de la sociedad democrática, deben desarrollar un razonamiento sociocientífico (socio-scientific reasoning, SSR), como una medida de la competencia científica y de alfabetización ambiental, en el marco de la educación en ciencias conocido como cuestiones sociocientíficas (CSC, o socio-scientific issues, SSI). El enfoque de CSC situado en el contexto local maximiza las prácticas cognitivas y afectivas del plan de estudios a través de las cuales los estudiantes aprenden los estándares desarrollando competencias clave de razonamiento sociocientífico, en procesos cognitivos de orden superior como el pensamiento crítico, razonamiento informal y formal, toma de decisiones y argumentación (Kinslow *et al.*, 2019).

El marco de CSC ha demostrado tener un impacto significativo durante las últimas dos décadas en muchas áreas relacionadas con el desarrollo de la alfabetización científica funcional que enmarca la comprensión del razonamiento científico en el contexto sociocultural, de tradición progresista, de educación que fomenta la inteligencia moral y la responsabilidad social. Sadler y Zeidler (2004) han argumentado que la educación en CSC idealmente debería:

- Utilizar problemas personalmente relevantes, controvertidos y mal estructurados que requieran un razonamiento científico basado en evidencia para informar las decisiones sobre dichos temas.
- Emplear el uso de temas científicos con ramificaciones sociales que requieran que los estudiantes participen en el diálogo, la discusión, el debate y la argumentación.
- Integrar componentes éticos implícitos y/o explícitos que requieran cierto grado de razonamiento moral.
- Enfatizar la formación de la virtud y el carácter como metas pedagógicas de largo alcance.

Sadler *et al.* (2007) propusieron el razonamiento sociocientífico (SSR) como un constructo para capturar las prácticas de razonamiento asociadas con la resolución de CSC, en cinco dimensiones orientadas a formar competencias: complejidad, indagación, toma de perspectiva, escepticismo y limitaciones (Kinslow *et al.*, 2019):

- Complejidad: La capacidad de percibir y razonar a través de la complejidad inherente a las CSC.
- Indagación: La capacidad de reconocer información que no está disponible con respecto a un tema, así como la capacidad de considerar las formas en que esa información puede generarse.
- Toma de perspectiva: La capacidad de analizar un problema y posibles soluciones desde la perspectiva de diferentes partes interesadas.
- Escepticismo: La capacidad de identificar posibles fuentes de sesgo que

pueden influir en la información o la presentación de información sobre un problema o posibles soluciones.

- Accesos y limitaciones de la ciencia: La capacidad de determinar cómo el conocimiento y los procesos científicos pueden contribuir a la resolución de una CSC y reconocer las dimensiones

Zeidler *et al.* (2019) revelaron en investigaciones cuantitativas aumentos estadísticamente poco significativos en el desarrollo de SSR, al aplicarse en unidades o secuencias didácticas cortas lo que requeriría de procesos a lo largo de varios semestres o años, como se espera en las progresiones de aprendizaje.

La noción francesa conocida como “cuestiones socialmente agudas” (CSA) o “cuestiones socialmente vivas” (CSV) (*questions socialement vives* o, en inglés, *socially acute questions*, SAQ’s) (Simonneaux y Simonneaux, 2012), aunque comparte muchos principios educativos con el movimiento de CSC (que proviene de la educación en ciencias de EE. UU.), al tratar más estrictamente sobre los problemas sociales está más emparentada con la EA (Kinslow *et al.*, 2019). CSA involucra a los estudiantes en preguntas abiertas complejas y controvertidas que están integradas en contextos reales, en campos de sociedad, investigación y campo profesional y en las aulas. Desde el enfoque CSA, los profesores pueden optar por moverse en un continuo de extremos caliente-frío, al tratar temas calientes con los estudiantes en la consideración de temas que son controvertidos en la sociedad, mientras otros profesores pueden optar por minimizar (“enfriar”) la atención y participación de los estudiantes en problemas elegidos. Las variaciones en la respuesta de los profesores, entonces, parecen estar asociadas con su percepción general de la gravedad de la

controversia y, en relación con eso, los riesgos de enseñanza que sienten que pueden tolerar. Esto implicaría mucho en la forma de pensamiento crítico de alto nivel, a través de actividades tales como identificar los intereses en conflicto de las partes interesadas, evaluar riesgos e incertidumbres, generar debate y señalar falacias, cultivar el razonamiento sociocientífico, identificar los valores de los actores, evaluar la evidencia y analizar críticamente la metodología de la investigación (Bencze *et al.*, 2020).

Conclusión

En este escrito a la manera de ensayo hemos planteado que si bien se necesita investigación para determinar si la integración en las competencias tendrá el efecto deseado en los currículos y planes de estudios, es claro que el trabajo de competencias ambientales clave interconectadas durante el proceso de alfabetización científica y ambiental tiene gran potencial para el desarrollo del razonamiento sociocientífico, necesario para permitir una formación ciudadana en la participación de conflictos socioambientales.

Los estudios reportados en la literatura citada demuestran que la implementación de las competencias para la acción en temáticas de alta complejidad como el cambio climático, es muy exigente para los profesores y requiere formación permanente sobre conocimientos en situaciones controversiales de competencia en pensamiento sistémico, competencia anticipatoria, competencia normativa, competencia estratégica y competencia interpersonal, puestas en acción en estrategias didácticas de enseñanza interactivas y participativas, orientadas a la acción, de forma investigativa en el aula y fuera de ellas.

Referencias

- Barrett, M. (2006). Education for the environment: action competence, becoming, and story. *Environmental Education Research*, 12(3-4), 503-511. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504620600799273?needAccess=true&journalCode=ceer20>
- Bencze, L., Pouliot, Ch., Pedretti, E., Simonneaux, L., Simonneaux, J., y Zeidler, D. (2020). SAQ, SSI and STSE education: defending and extending “science in context”. *Cultural Studies of Science Education*, 15, 825-851. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09962-7>
- Breslyn, W., Drewes, A., McGinnis, J., Hestness, E., y Mouza, Ch. (2017). Development of an Empirically-based Conditional Learning Progression for Climate Change. *Science Education International*, 28(3), 214-223.
- Caniglia, G., John, B., Kohler, M., Bellina, L., Wiek, A., Rojas, Ch., Laubichler, M., y Lang, D. (2016). An experience-based learning framework. Activities for the initial development of sustainability competencies. *International Journal of Sustainability*

- in Higher Education, 17(6). <http://dx.doi.org/10.1108/IJSHE-04-2015-0065>
- Chrovak, R.; Prieto, R.; Prieto, A.B.; Gaido, L., y Rotella, A. (2006). Una aproximación a las motivaciones y actitudes del profesorado de enseñanza media de la provincia de Neuquén sobre temas de Educación Ambiental. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1).
- Jensen, B., y Schnack, K. (1997). The Action Competence Approach in Environmental Education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163-178. <http://dx.doi.org/10.1080/1350462970030205>
- Jorgenson, S., Stephens, J., y White, B. (2019). Environmental education in transition: A critical review of recent research on climate change and energy education. *The Journal of Environmental Education*, 50(3), 160-171. [10.1080/00958964.2019.1604478](https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1604478)
- Kinslow, A., Sadler T., y Nguyen, H. (2019). Socio-scientific reasoning and environmental literacy in a field-based ecology class, *Environmental Education Research*, 25:3, 388-410, DOI: [10.1080/13504622.2018.1442418](https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1442418)
- Lambrechts, W., y Petegem, P. (2016). The interrelations between competences for sustainable development and research competences. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 17(6), 776-795. <http://dx.doi.org/10.1108/IJSHE-03-2015-0060>
- Leff, E. (2007). *Aventuras de la epistemología ambiental*. Siglo XXI Editores.
- Littledyke, M. (2008). Science education for environmental awareness: approaches to integrating cognitive and affective domains. *Environmental Education Research*, 14(1), 1-17. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13504620701843301>
- Mora, W. (2015). Desarrollo de capacidades y formación en competencias ambientales en el profesorado de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED)*, 38, 185-203.
- Mora, W. (2017). Educación científica ambiental: elementos conceptuales para la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, (núm. extra.), 3357-3361.
- Mora, W. (2019). Cuestiones socioambientales y justicia socioambiental: diseño curricular y formación docente. *Latin American Journal of Science Education*, 6, 22006. http://lajse.org/nov19/2019_22006_2.pdf
- Mora, W. (2020). Las epistemologías del sur y la relación sostenibilidad/sustentabilidad en la construcción conceptual de una línea de investigación didáctica sobre justicia socio-ambiental. En A. Molina (ed.), *Investigación y formación de profesores de ciencias: Diálogos de perspectivas latinoamericanas* (pp. 21-54). Doctorado Interinstitucional en Educación (DIE), Universidad Distrital. http://die.udistrital.edu.co/publicaciones/investigacion_formacion_de_profesores_de_ciencias_dialogos_de_perspectivas_latinoamericanas
- National Research Council (NRC). (2006). *Systems for state science assessment*. Committee on Test Design for K-12 Science Achievement. En M. Wilson y M. Bertenthal (eds.), Board on Testing and Assessment, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. National Academy Press.
- Rieckmann, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning? *Futures*, 44, 127-135.

- Sadler, T., Barab, S., y Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391.
- Sauvé, L. (2010). Educación científica y educación ambiental: un cruce fecundo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 5-18.
- Simonneaux, J., y Simonneaux, L. (2012). Educational Configurations for Teaching Environmental Socioscientific Issues Within The Perspective of Sustainability. *Research in Science Education*, 42, 75-94. 10.1007/s11165-011-9257-y
- Suárez, C., Dusú, R., y Sánchez, M. (2007). Las capacidades y las competencias: su comprensión para la formación del profesional. *Acción Pedagógica*, 1(6), 30-39.
- Valle del, A. (2004). Desarrollo de capacidades en la sociedad del conocimiento. *Educación*, 7-23.
- Wiek, A., Bernstein, M., Foley, R., Cohen, M., Forrest, N., Kuzdas, C., Kay, B., y Withycombe Keeler, L. (2015). Operationalising competencies in higher education for sustainable development. En M. Barth, G. Michelsen, M. Rieckmann e I. Thomas (eds.), *Handbook of Higher Education for Sustainable Development* (pp. 241-260). Routledge.
- Wiek, A., Withycombe, L., y Redman, Ch. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustain Sci*, 6, 203-218. 10.1007/s11625-011-0132-6
- Xiufeng, L. (2009). *Linking Competence to Opportunities to Learn. Models of Competence and Data Mining*. Springer.
- Zeidler, D., Herman, B., y Sadler, T. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1, 11. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>

Forma de citar este artículo:

Mora, P., y Guerrero, G. (2022). Las competencias ambientales clave en las actividades docentes del profesorado de ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis TED*, (XX), XX-XX.