

Formar agentes de cambio con herramientas interdisciplinarias: dos retos en las Ciencias Ambientales

Marisa Reyes-Orta, y B. Ricardo Eaton-González 

Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.

Resumen

La formación en Ciencias Ambientales enfrenta retos como la transición hacia las ciencias de la sostenibilidad, el reconocimiento de conflictos socioambientales y la implementación de soluciones pertinentes. Para lograrlo, se requieren habilidades blandas y duras. Tradicionalmente el abordaje de la enseñanza en las Ciencias Ambientales ha estado centrado en formación disciplinaria. Este documento resalta la importancia de formar agentes de cambio con herramientas científicas interdisciplinarias. Así, el profesional en Ciencias Ambientales fortalece su inteligencia naturalista, desarrollando empatía y valoración por la vida en todas sus formas. Esto le permitirá aplicar pensamiento crítico y científico en diagnósticos que reflejen la complejidad de los entornos. Además, requiere herramientas multidisciplinarias para diseñar, gestionar y evaluar intervenciones innovadoras de largo plazo. Para formar estas competencias se requiere la implementación de estrategias pedagógicas centradas en el estudiante. Como ejemplo, se analizan estrategias implementadas en la Licenciatura en Ciencias Ambientales de la UABC.

Palabras clave: Competencias para la sostenibilidad, resiliencia, interdisciplina, agente de cambio

Abstract

Environmental science education confronts challenges such as transitioning toward sustainability sciences, addressing socio-environmental conflicts, and implementing relevant solutions. To achieve this, both soft and hard skills are required. Traditionally, environmental science education has focused on disciplinary training. This document highlights the importance of training agents of change equipped with interdisciplinary scientific tools. Thus, environmental science professionals strengthen their naturalistic intelligence by developing empathy and appreciation for life in all its forms. This enables them to apply critical and scientific thinking in diagnostics that reflect environmental complexity. Additionally, they require multidisciplinary tools to design, manage, and evaluate long-term innovative interventions. To develop these competencies, student-centered pedagogical strategies must be implemented. For instance, strategies implemented in the Bachelor's Degree in Environmental Sciences at UABC are analyzed.

Key words: competencies for sustainability, resilience, interdisciplinarity, agent of change.

Introducción

Las Licenciaturas en Ciencias Ambientales surgieron en las Instituciones de Educación Superior como respuesta a la crisis ambiental de la década de los ochenta y el movimiento internacional derivado del Informe Brundtland. Es importante destacar que, México fue pionero en el desarrollo de la primera licenciatura con este nombre, en la Universidad Nacional Autónoma de México en 1976 (UNAM,s.f.). De acuerdo con Perpexity, IA (2025) en Europa existen a nivel pregrado más de 4000 programas de estudio vinculados a las ciencias ambientales, mientras que el ranking de universidades QS (2025) tiene enlistadas a nivel mundial 514 universidades que ofrecen este programa, entre las que destacan las universidades de Harvard, el Instituto Tecnológico de Massachusetts, la de Stanford y Berkeley en Estados Unidos, así como Wageningen en Holanda, Oxford en Inglaterra y, el Instituto Federal Zuizo de Tecnología.

En México, son pocos los programas educativos a nivel superior que ofrecen la Licenciatura en Ciencias Ambientales. De acuerdo con Juárez et al. (2022) existen 19 programas educativos con esta denominación, 14 en universidades públicas y cinco privadas.

Se reconoce, en la mayoría de los programas educativos, que el egresado de CA contribuye a resolver problemas del entorno y que lo hace tomando en consideración aspectos sociales, ambientales y técnico-científicos, centrados en áreas disciplinarias principalmente de la biología, ecología y química.

El programa de Licenciado en Ciencias Ambientales en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) inició en febrero de 2007, como una propuesta innovadora y visionaria de la Facultad de Ciencias Marinas, en el seno del Cuerpo Académico de Manejo de Recursos Costeros y Terrestres, conformado por profesionistas interdisciplinarios, líderes en educación e investigación del medio ambiente, gestores de cambio y formadores de profesionistas especialistas en sostenibilidad. Este equipo de trabajo interdisciplinario, ya había sido fundador de programas de posgrado interdisciplinarios como la Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas (MEZA), fundada en 1990,

el Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo (DMAyD), creado en 2005 y la Especialidad en Gestión Ambiental (EGA), creado en 2006 como sustitución de la Especialidad en administración de Recursos Marinos, la creación de la Licenciatura en CA completo la matriz de formación profesional ambiental dentro de la institución, alumnos que egresaron de la licenciatura en CA, continuaban su formación en la EGA, la MEZA y el DMAyD.

Así, el programa de Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias Marinas de la UABC se encuentra actualmente en proceso de reestructuración, considerando estos aspectos en la formación y el enfoque actual de un profesional de las Ciencias Ambientales.

En este documento se reflexiona sobre **los retos en la formación de las ciencias ambientales y, cómo a partir de las competencias para la sostenibilidad que contribuyen a solucionar los problemas del entorno, es preciso incorporar en los programas de Ciencias Ambientales a nivel licenciatura, las perspectivas del ser agente de cambio y la formación interdisciplinaria.** El documento está estructurado en tres apartados, en el primero se presentan los que se consideran los retos que se enfrentan en la formación del profesional del área, en el segundo una revisión de las denominadas competencias para la sostenibilidad y en el tercero, el análisis de la relación que existe entre la formación de competencias y su vínculo con la enseñanza de las Ciencias Ambientales, así como su integración en estas dos líneas de acción: agentes de cambio y formación interdisciplinaria.

El análisis se sustenta en un marco teórico interdisciplinario que reconoce la complejidad en los problemas socioambientales y en la formación de profesionales capaces de abordarlos desde una visión de sistemas (como el socioambiente), con actitud crítica y transformadora. Se basa en el reconocimiento de que la educación en las Ciencias Ambientales debe trascender los enfoques disciplinarios fragmentados, y no solo integrar saberes provenientes de las ciencias naturales, sociales y humanas, si no amalgamarlos, a través de la interdisciplina con el fin de formar agentes de cambio comprometidos con la sostenibilidad.

Retos en la formación en Ciencias Ambientales

Sin embargo, la formación en el área a partir de 2010 ha presentado una transformación. El reconocimiento de la década 2010-2020 como el decenio para la educación en la sostenibilidad por la UNESCO, que hizo un llamado a la formación en materia de sostenibilidad activa, centrada en el estudiante, y la publicación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en 2015, que han promovido la educación para la sostenibilidad en todos los niveles y áreas de conocimiento.

Actualmente se reconoce que **la formación del profesional en Ciencias Ambientales presenta, entre otros, los siguientes retos:**

a) Se ha transitado de lo ambiental a lo sostenible.

Si bien los programas de Ciencias Ambientales surgieron con una perspectiva declarada interdisciplinaria, se centraban mayoritariamente, en un enfoque ecológico. Conforme ha evolucionado el concepto de desarrollo sostenible y la promoción de instrumentos como la Agenda 21 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, las fronteras de conocimiento y aplicación de las ciencias ambientales se han fusionado con las ciencias sociales y económicas (ODS 4, ONU 2015).

b) Es importante el rigor científico, pero es solo un componente. Para contribuir a la solución de los problemas ambientales se requieren fuertes bases científicas que los evidencien, la comprensión de las relaciones causa-efecto que los originan; sin embargo, ante las crisis ambientales, se demanda un profesional competente para el diseño e implementación de acciones que contribuyan a la solución. Entonces existen dos perspectivas respecto al alcance: las ciencias y la gestión ambientales: la primera se fortalece de la investigación de los impactos negativos al entorno, la segunda transita al diseño y gestión de los instrumentos para la solución de los problemas (Echavarría et al., 2023).

c) Los conflictos de valor y el análisis de las dinámicas de comportamiento humano son regularmente las causas origen de los problemas ambientales. Además, estos conflictos de valor regularmente aparecen

también en la toma de decisiones a problemas socioambientales. Además de la base de conocimiento sobre los socioecosistemas para identificar y cuantificar los impactos sobre el entorno, se requiere una clara comprensión de los mecanismos de comportamiento que lo originan, los mecanismos para gestionarlos y la cadena de resultados que permitirán el contribuir a la solución de los problemas.

d) Los problemas que se abordan pueden ser invisibles o invisibilizados. El cambio climático, la extinción de especies, la acidificación de los océanos o la desertificación son problemas que no son percibidos comúnmente por la población humana que es afectada, además no se dimensiona adecuadamente el valor de las otras especies que nos permiten mantener los sistemas de vida en el planeta. Esta invisibilidad puede ser también consecuencia de agendas políticas o económicas que priorizan otros temas del socioambiente (Young y Underdal, 2016).

e) Actualmente la crisis ambiental del entorno no ha sido ampliamente reconocida y tampoco dimensionada, lo que implica que quizás para muchos temas del socioambiente, las soluciones que se plantean no serán suficientes o se comenzarán a aplicar tarde. Un ejemplo es la restauración de ecosistemas, que es un proceso largo y costoso que podría evitarse con la aplicación de medidas preventivas. Lo anterior se agudiza si se sigue considerando a la sostenibilidad como una moda, dentro de las agendas políticas y académicas, sin consecuencia positiva en productos que brinden solución a los problemas socioambientales (Idejus, s.f.).

Las competencias para la formación en Ciencias Ambientales

Estos retos y la importancia que ha cobrado la búsqueda de soluciones a problemas ambientales han colocado a las competencias para la sostenibilidad y las estrategias didácticas para formarlas, en el punto central del debate académico. Se reconoce como altamente deseable la educación que promueva la movilización del estudiante, bajo enfoques como el constructivismo o formación de competencias (UNESCO, 2016).

Sin embargo, de acuerdo con Rogiers (2016), el enfoque basado en competencias tiene al menos cuatro interpretaciones. El primero, **las competencias de preparación para la vida**, promovida por la Organización de las Naciones Unidas, **se centran en formación para el respeto y preservación del entorno, la sana convivencia en sociedad**, entre otras. El **enfoque interdisciplinar o transversal** donde se destacan **procesos de metacognición como aprender para aprender, o capacidad de adaptación**. El tercero, es el **enfoque por desempeño**, que permite evaluar el desempeño en las profesiones, se reconocen como estándares centrados en conocimientos, habilidades, actitudes y valores que permiten a un egresado tener los elementos suficientes para hacer frente a situaciones generales o específicas y, el cuarto enfoque, por escalas, que reconoce familias de competencias que van de las básicas a las específicas en contextos específicos.

Si las competencias tienen cuatro connotaciones distintas, las competencias para la sostenibilidad son un área en construcción durante los últimos quince años. Recientes estudios han documentado este avance. Lozano et al. (2022), consideran el enfoque de competencias de desempeño y, destacan las aportaciones de Wiek et al. (2011), agrupándolas en cinco tipos: pensamiento sistémico, anticipatorio, normativo, estratégico y competencias interpersonales. Kioupi y Voulvoulis (2022) y Martínez Casanovas et al. (2022) también emplean esta base.

También se reconoce el trabajo de Rieckmann (2012), que sugirió 12 competencias (pensamiento sistémico y manejo de la complejidad, pensamiento anticipatorio, pensamiento crítico, actuar de manera justa y ecológica, cooperación en grupos (heterogéneos), participación, empatía y cambio de perspectiva, trabajo interdisciplinario, comunicación y uso de medios, planificación y realización de proyectos innovadores, evaluación, y tolerancia a la ambigüedad y frustración (Lozano et al., 2022).

Por su parte Membrillo-Hernández et al. (2021), se alinean a la clasificación de la UNESCO, que establece ocho competencias: pensamiento sistémico, anticipatorio, normativo, estratégico, colaboración,

pensamiento crítico, autoconciencia y resolución integrada de problemas.

Wang et al. (2022) destaca la contribución de Lozano et al. (2017) que incorpora doce competencias similares a las de Rieckman (2012): incluye pensamiento sistémico; trabajo interdisciplinario; pensamiento anticipatorio; justicia, responsabilidad y ética; pensamiento crítico y análisis; relaciones interpersonales y colaboración; empatía y cambio de perspectiva; comunicación y uso de medios; acción estratégica; compromiso personal; evaluación y tolerancia a la ambigüedad y la incertidumbre.

La mayoría de los trabajos que discuten las competencias para la sostenibilidad también integran de manera obligada los enfoques y estrategias pedagógicas para generarlas. Destacan los trabajos de Wang et al, 2022; Membrillo- Hernández et al, 2021; Brundiers et al., 2021; Cavicchi, 2021; Lozano et al. 2019; Lozano et al. 2017 y Lozano et al. 2015 que destacan la formación activa centrada en el estudiante, empleando estrategias como: aprendizaje basado en retos, proyectos, estudios de caso reales del entorno cercano con alineación a los ODS; juego de roles, aula invertida, aprendizaje basado en la comunidad, entre otros.

Es importante destacar el enfoque transversal de **estas competencias que no son propias de las Ciencias Ambientales, sino que pretenden ser parte de la formación de todo ciudadano**. Este es el punto central del análisis y reflexión sobre las competencias que deberán integrarse en el perfil profesional del profesional de las ciencias ambientales para asegurar su contribución a la solución de los problemas del entorno y cuáles son las estrategias pedagógicas que se deben de incorporar para contribuir para su desarrollo, aprovechando la oportunidad de la transversalidad de la sostenibilidad.

Wang et al (2022), realizan un estudio donde destacan la importancia de las estrategias pedagógicas, separando las competencias en mentalidad/campo de la sostenibilidad y acción/comunicación de la sostenibilidad, permitiendo un mejor enfoque para el diseño y medición del desempeño en la formación de competencias.

Análisis de las competencias y la educación para la sostenibilidad

Ante este contexto se considera la oportunidad de realizar ajustes estructurales centrados en una perspectiva similar a la que plantean Wang et al. (2022), y el fortalecimiento de estrategias pedagógicas centradas en el estudiante. A partir de los enfoques y competencias revisadas, se realiza un análisis de los enfoques de las competencias para la sostenibilidad y se clasifican en dos vertientes: competencias vinculadas al ser pro-ambiental, a lo que se denomina intención proambiental y la segunda, que se vincula al campo interdisciplinario que un profesional de las ciencias ambientales debe poseer para guiar a equipos de trabajo interdisciplinarios para la implementación de soluciones interdisciplinarias para la solución de problemas socioambientales.

Lo anterior implica considerar que la formación del profesional en CA sea mediante el enfoque de Educación para la Sostenibilidad, **que integra cuatro ejes fundamentales:**

El profesional en CA como agentes de cambio

El profesional en CA debe ser un agente de cambio con una doble responsabilidad: **comprender los complejos sistemas y problemas del socioambiente y aplicar el conocimiento técnico y científico** para impulsar acciones y proyectos que buscan la transformación hacia la sostenibilidad. No solo debe saber identificar los problemas, sino ser un puente entre el conocimiento científico y la sociedad, ejerciendo este liderazgo científico con sensibilidad social (Schaltegger et al., 2023). Se le concibe como un profesional interdisciplinario para diseñar políticas públicas, gestionar recursos naturales, desarrollar proyectos de iniciativa comunitaria, buscando además la innovación hacia la sostenibilidad y ser inspiración para el cambio colectivo y la transformación positiva del entorno, los valores y las actitudes de la sociedad en el ambiente.

El profesional en CA como un científico interdisciplinario

El profesional en CA debe ser por naturaleza un **científico interdisciplinario que le permita trabajar entre múltiples campos del conocimiento** para abordar problemas socioambientales complejos del mundo contemporáneo. Este enfoque interdisciplinario le permite integrar conceptos y metodologías de disciplinas como la biología, la química, la geografía, la sociología, la economía y la ingeniería, entre otras, y ser entonces un profesionalista que concibe el entorno como sistemas socioambientales. A través de esta perspectiva, el profesional en CA es capaz de desarrollar soluciones que no solo sean técnicamente viables, sino también socialmente aceptables y ambientalmente sostenibles. Su capacidad para traducir el lenguaje especializado de diversas disciplinas en propuestas integradas lo convierte en un mediador clave entre la ciencia, la política y la sociedad (Kates et al., 2001). De esta manera, el profesional en CA desempeña un papel único como constructor de puentes, promoviendo colaboraciones efectivas que son esenciales para enfrentar los desafíos ambientales más urgentes.

La inteligencia naturalista

La inteligencia naturalista, identificada por Gardner (1999) como una de las inteligencias múltiples, se refiere a la **capacidad de reconocer, clasificar y comprender patrones en la naturaleza, así como la relación entre los seres vivos y su entorno**. Este tipo de inteligencia es fundamental en los profesionistas en Ciencias Ambientales, ya que permite reconocer con detalle los ecosistemas, identificar problemáticas ambientales, relaciones ecológicas complejas, reconocer indicadores de cambio ambiental, y desarrollar estrategias innovadoras para la conservación y gestión de los recursos naturales, también con base en esta es como se desarrollarán soluciones basadas en la comprensión profunda de los socioecosistemas, la habilidad para interactuar con comunidades y facilitar el desarrollo de soluciones con perspectiva local. Esta inteligencia es la que le da la base para ser el mediador entre los seres humanos y el medio ambiente, promoviendo el respeto y la sostenibilidad como principios esenciales de la vida.

Educación para la resiliencia

La educación para la resiliencia busca **desarrollar competencias que permitan a los individuos y comunidades anticiparse, adaptarse y superar desafíos complejos** como el cambio climático, la degradación ambiental y los desastres naturales, va más allá de la educación ambiental (Tibury y Wordsworth, 2016). A nivel profesional, implica preparar a los estudiantes para diseñar soluciones innovadoras que no sólo aborden los problemas actuales, sino que también fortalezcan la capacidad de los sistemas sociales y ecológicos para responder a futuras crisis ligadas a la sostenibilidad.

El profesional en CA en este enfoque debe actuar como un facilitador de resiliencia así entonces la educación resiliente debe enfocarse en dotar a los estudiantes de herramientas para fomentar la participación comunitaria en la construcción de soluciones sostenibles.

Con base en lo anterior, se revisaron las publicaciones más importantes antes señaladas y se integró la tabla 1, en donde se presentan lo que hemos denominado las competencias para la sostenibilidad.

El análisis mostró que el **enfoque más frecuente es el de agente de cambio, seguido por Interdisciplina y resiliencia. Esto resalta la importancia de preparar profesionales** que actúen como líderes transformadores y que trabajen integrando diversas disciplinas. Las competencias más recurrentes fueron el pensamiento sistémico, la resolución integrada de problemas y las competencias interpersonales. Estas competencias destacan habilidades técnicas y sociales clave para abordar problemas ambientales desde una perspectiva integral. Se reconoce que el pensamiento sistémico se relaciona con el enfoque de interdisciplina e inteligencia naturalista y las competencias interpersonales están alineadas principalmente con el enfoque de agente de cambio. Se considera que las competencias alineadas al enfoque de agente de cambio son las del ser y las de la interdisciplina y la resiliencia son las vinculadas con el saber hacer.

Tabla 1. Competencias para la sostenibilidad basadas en la formación de profesionistas en el ámbito de las ciencias ambientales

Autor	Competencia	Enfoque de coompetencia	Agente de cambio (Intención pro-ambiental)	Campo Interdisciplinario
Wiek et al (2011)	Pensamiento sistémico	Interdisciplina e inteligencia naturalista	X	Enfoques de sistemas, ecología, sistmenas de información geográfica.
	Anticipatorio	Resiliencia	X	Prospectiva, conservación, gestión de riego.
	Normativo	Agente de cambio	X	Legislación, cumplimiento normativo.
	Estrategico	Agente de cambio	X	Planeaciín y gestión estratégica
	Competencias interpersonales	Agente de cambio	X	Investigación social, mediación de conflictos, comunicación.
Rieckman (2012)	Trabajo Interdisciplinario	Interdisciplina	X	Herramientas de diagnóstico y gestión desde distintas áreas de conocimiento .
	Justicia	Agente de cambio	X	Análisis y evaluación técnicas de análisis de conflictos.
	Responsabilidad y ética	Agente de cambio y resiliencia	X	Ética ambiental, ética, profesional, Inteligencia ambiental.
	Pensamiento crítico y análisis	Interdisciplina e Inteligencia naturalista	X	Técnicas de análisis.
	Empatía y cambio de perspectiva	Agente de cambio e interdisciplina	X	Paraecología, ecología de las emociones análisis de conflictos.
	Comunicación y uso de medios	Agente de cambio e interdisciplina	X	Comunicación para la sustentabilidad teoría de cambio de comportamiento.
	Compromiso personal	Agente de cambio	X	Inteligencia ambiental
	Evaluación	Resiliencia	X	Análisis y evaluación, técnicas de análisis de conflictos.
	Tolerancia a la ambigüedad e incertidumbre	Resiliencia	X	Investigación, bases de datos, análisis de escenarios, gestión de riesgos.
Unesco	Autoconciencia	Agente de cambio	X	Inteligencia ambiental
	Resolución integrada de problemas	Interdisciplina, agente de cambio y resiliencia	X	Enfoque de Marco Lógico, indicadores ambientales, planeación estratégica, monitoreo y evaluación. Estrategias basadas en la naturaleza, en el mercado, en la tecnología, en el cambio de comportamiento.

En este contexto, el enfoque integrador es el que nos brinda la educación para la resiliencia, ya que este enfoque fomenta el pensamiento sistémico, la flexibilidad y la adaptabilidad, habilidades esenciales para enfrentar desafíos complejos vinculados a la sostenibilidad. Al integrar herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), metodologías participativas y valores éticos, la educación resiliente no solo prepara a los futuros científicos ambientales para resolver problemas actuales, sino que también les otorga la capacidad de fortalecer los sistemas socioecológicos frente a futuros escenarios de sostenibilidad. Este enfoque se convierte en una prioridad global, integrador en aspectos sociales y ambientales complejos, para promover un desarrollo sostenible que sea inclusivo, adaptable y regenerativo.

Estrategias y herramientas integradoras

Las estrategias y herramientas integradoras que hemos puesto en práctica en los últimos 15 años de existencia del programa de licenciatura en CA de la UABC son:

1. El Aprendizaje Basado en Competencias (ABC), inherente a nuestro modelo educativo, es una estrategia clave para integrar habilidades, conocimientos y actitudes orientadas a la sostenibilidad. Este enfoque pedagógico permite preparar a los estudiantes para enfrentar problemas complejos del mundo real, conectando directamente la teoría con la práctica y como características notables tiene: centrado en el estudiante, orientado a resultados, interdisciplinario y se ejecuta mediante el aprendizaje activo (Tobón, 2013).

2. El Aprendizaje Basado en Retos (ABR), conveniente para integrar la vinculación con la formación de profesionistas en el ámbito de las CA, es una estrategia pedagógica que involucra activamente al estudiante en una situación problemática real, significativa y relacionada con su entorno, lo que le implica definir un reto e implementar para éste una solución. Este enfoque orienta todo el proceso educativo hacia el desarrollo de competencias para la solución de problemas reales. Se caracteriza por orientarse hacia el aprendizaje vivencial, se centra en la definición de un problema y la solución al mismo, también desarrolla habilidades para la investigación aplicada y habilidades de comunicación de alto nivel (Bolaños y Pérez, 2019).

3. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), frecuentemente la hemos utilizado para integrar productos semestrales de varias asignaturas, se considera una estrategia educativa integradora que une a la teoría con la práctica. Promueve el enfoque interdisciplinario y orienta sus productos a la resolución de problemas reales. El ABP se basa en competencias críticas, como el pensamiento sistémico, la gestión de riesgos, y la resiliencia. El elemento más importante del ABP es la formación de habilidades transversales y el fomento al trabajo colaborativo (Catesco-UPF, 2022).

4. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han integrado a enfoques pedagógicos diversos, y en sí, se pueden considerar como una herramienta y estrategia central para abordar problemas ambientales desde una perspectiva interdisciplinaria, principalmente por su capacidad para gestionar, analizar y visualizar datos espaciales vinculados a la toma de decisiones para la planificación, gestión y resolución de problemas socioambientales (Goodchild, 1992).

Además, de las anteriores se ha trabajado en la incorporación de herramientas metodológicas que permitan al estudiante integrar competencias e incidir en problemas del entorno, ajustando unidades de aprendizaje para incorporar metodologías que favorezcan la transversalidad de las Ciencias Ambientales y su adecuación a las tendencias de conocimiento y aplicación, se destacan:

5. El enfoque de Marco Lógico y metodologías ágiles del ciclo de vida del proyecto (CEPAL, 2010). El enfoque desarrollado originalmente para intervenciones para el desarrollo en la década de los sesenta continúa siendo una herramienta sólida que permite al estudiante diagnosticar, planificar, gestionar, ejecutar y evaluar proyectos reales en tiempo limitado. Al ser un enfoque genérico, permite su aplicabilidad donde se identifique un problema socioambiental.

6. El enfoque RESOLVE de la Economía circular. Se puede considerar un enfoque estratégico con seis acciones de las que derivan metodologías específicas. Sus palabras en inglés las acciones de: Regenerar, compartir (share), optimizar, reincorporar (loop o bucle), virtualizar e intercambiar (Ellen MacArthur Foundation, s.f.). De esta perspectiva se derivan propuestas de economía compartida o subproductos que pueden ser desarrollados con enfoques metodológicos de emprendimiento sostenible (Lean Canva Sostenible). Este enfoque integral no solo busca minimizar los residuos, sino también cerrar los ciclos de vida de los

productos, lo que resulta en una economía más eficiente y menos dependiente de recursos naturales limitados (Ellen MacArthur Foundation, s.f).

7. Análisis de Ciclo de Vida del Producto. El ACV es una metodología que permite evaluar y optimizar de manera integral los impactos ambientales (recientemente sociales) asociados a cada etapa de la vida de un producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final. Este análisis considera todas las fases del ciclo de vida, incluyendo la producción, distribución, uso y reciclaje o eliminación del producto, facilitando así la identificación de las principales cargas ambientales generadas en cada etapa (Román, s.f.; Estévez, 2013). Para las ciencias ambientales, el ACV es una herramienta útil para integrarse a procesos de producción y gestionar su sostenibilidad empleando herramientas como las normas ISO.

8. Estrategias de alta vinculación (aula invertida, Aprendizaje Basado en la Comunidad o Formación Dual). Si se aspira a formar un perfil inter o transdisciplinario, las estrategias que involucran comunidades en distintos entornos, colaboración con empresas o la aplicación de conocimientos en el aula, favorecerá esta perspectiva. El estudiante, al colaborar con agentes reales de su entorno, desarrollarán habilidades de colaboración, aplicarán pensamiento estratégico para la solución de problemas además de diseñar y gestionar proyectos. El caso del Aprendizaje Basado en la Comunidad integra experiencias de servicio críticas y de fomento al desarrollo (Bringle y Hatcher, 2009).

Reflexión final: Hacia una Educación ambiental transformadora

La agudización de los problemas ambientales y la transformación de las ciencias ambientales a ciencias de la sostenibilidad, nos brinda la oportunidad de repensar el quehacer que, en las aulas, se desarrollan para formar a profesionales en dicho campo.

Así, en un mundo cada vez más marcado por crisis ambientales, sociales y económicas, la educación en Ciencias Ambientales debe enfocarse en no solo transmitir conocimientos del socioambiente, sino, contar con dos características básicas: a) convertirse en un motor de transformación humana a favor del socioambiental, siendo un agente, b) contar con herramientas interdisciplinarias de las

ciencias naturales, sociales, económicas, planeación estratégica, comunicación y psicología, entre otras que favorezcan la solución de problemáticas desde la causa raíz.

Los profesionales en Ciencias Ambientales no solo deben comprender los complejos sistemas naturales y sociales, sino también actuar como agentes de cambio que integren perspectivas científicas, éticas y culturales en la búsqueda de soluciones sostenibles. Este enfoque requiere una educación resiliente que prepare a los estudiantes para enfrentar escenarios de incertidumbre, promoviendo la adaptabilidad, el pensamiento sistémico y la acción colectiva como herramientas esenciales para construir un futuro más equitativo y sostenible.

La formación de profesionales en Ciencias Ambientales se propone mediante el enfoque de educación para la sostenibilidad, que integra los cuatro ejes antes mencionados, pero con preponderancia de las siguientes competencias: pensamiento sistémico, resolución integrada de problemas y el desarrollo de competencias interpersonales.

Considerar los cuatro ejes de la educación para la sostenibilidad, es una tarea que demanda enfoques innovadores, interdisciplinarios y éticamente comprometidos con la sostenibilidad. Incorporar conceptos como la inteligencia naturalista, la educación para la resiliencia y la justicia ambiental permite desarrollar competencias que trascienden lo técnico, fomentando agentes de cambio de enfrentar los retos globales de manera colaborativa. Al integrar prácticas educativas que conecten teoría, tecnología y comunidad, la educación en Ciencias Ambientales puede posicionarse como un pilar fundamental en la construcción de sociedades resilientes y sostenibles, donde las soluciones a los desafíos ambientales no sólo respondan a las necesidades del presente, sino también aseguren el bienestar de las generaciones futuras.

Finalmente, es relevante considerar el rol de los profesores en este proceso. La formación activa centrada en el estudiante favorece el desarrollo de estos enfoques, al permitir al estudiante tener un rol activo, tomando decisiones y entrenándose en la perspectiva holística de los problemas, proyectos o retos; contribuyendo a solucionar problemas desde que son estudiantes. Así, se favorece la formación de competencias para la sostenibilidad, que significa el ser y el hacer en congruencia y amor por el entorno.

Referencias

- Bolaños, O., & Pérez, S. M. (2019). Aprendizaje basado en retos (ABR). Centro de Recursos para el aprendizaje CREA. Universidad Icesi, 1-6.
- Bringle, R. G., & Hatcher, J. A. (2009). Integrative civic engagement: A higher education model for service-learning. *Michigan Journal of Community Service Learning*, 16(1), 38-49.
- Brundiers, K., Barth, M., Cebrián, G., Cohen, M., Diaz, L., Doucette-Remington, S., ... & Zint, M. (2021). Key competencies in sustainability in higher education—toward an agreed-upon reference framework. *Sustainability Science*, 16, 13-29.
- Catesco-UPF Competencias para la Sostenibilidad. (2022). Guía ABPxODS: Diseño de proyectos para desarrollar las competencias clave para la sostenibilidad. Catesco. Recuperado de <https://catesco.org/es/2024/01/31/guia-abpxods-diseno-de-proyectos-para-desarrollar-las-competencias-clave-para-la-sostenibilidad/>
- Cavicchi, C. (2021). Higher Education and the Sustainable Knowledge Society: Investigating Students' Perceptions of the Acquisition of Sustainable Development Competences. *Frontiers in Sustainable Cities*, 3, 664505.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2010). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/2d86ecfb-f922-49d3-a919-e4fd4d463bd7/content>
- Echavarría Heras, H., Leal Ramírez, C., Solana Arellano, E., Montiel Arzate, E., & Rodríguez Reyes, C. (2023). Método científico y su aplicación en la investigación ambiental. Colección Sobre Epistemología De La Crisis Ambiental Y Economía. Ensayo 2.2. Departamento de Ecología Marina, CICESE. Recuperado de [https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/4006/1/Echavarría%20Heras%20et%20al%20\(2023\)%20Ensayo%202.2%20%20Final%2020.pdf](https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/4006/1/Echavarría%20Heras%20et%20al%20(2023)%20Ensayo%202.2%20%20Final%2020.pdf)
- Ellen MacArthur Foundation. (s.f.). El marco RESOLVE: un enfoque estratégico para la economía circular. Recuperado de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general>
- Estévez, J. (2013). Análisis de ciclo de vida: Una herramienta para la sostenibilidad. En *Gestión ambiental y desarrollo sostenible* (pp. 45-67). Editorial Universitaria.
- Gardner, H. (1999). *Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century*. New York: Basic Books.
- Goodchild, M. F. (1992). Geographical Information Science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6(1), 31-45
- Reinoso, Paula (2024). La crisis ambiental en tiempos de inflexión: ni un paso atrás. Instituto de Estudios Sobre Derecho, Justicia y Sociedad Recuperado de <https://idejus.conicet.gov.ar/la-crisis-ambiental-en-tiempos-de-inflexion-ni-un-paso-atras/>
- Juárez Agis, A., García Sánchez, S., Olivier Salome, B., Zeferino Torres, J., & Rivas González, M. (2022). Las licenciaturas de ciencias ambientales en México y los
- Objetivos del Desarrollo Sostenible. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 13(25).
- Kates, R. W., Clark, W. C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C. C., Lowe, I., McCarthy, J. J., Schellhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M., Faucheux, S., Gallopin, G. C., Grübler, A., Huntley, B., Jäger, J., Jodha, N. S., Kasperson, R. E., Mabogunje, A., Matson, P., Mooney, H., Moore, B., O'Riordan, T., & Svedin, U. (2001). *Sustainability Science*. *Science*, 292(5517), 641-642.
- Kioupi, V., & Voulvoulis, N. (2022). The contribution of higher education to sustainability: the

development and assessment of sustainability competences in a university case study. *Education Sciences*, 12(6), 406.

- Lozano, R., Barreiro-Gen, M., Pietikäinen, J., Gago-Cortes, C., Favi, C., Jimenez Munguia, M. T. & Gladysz, B. (2022). Adopting sustainability competence-based education in academic disciplines: Insights from 13 higher education institutions. *Sustainable Development*, 30(4), 620-635.
- Lozano, R., Barreiro-Gen, M., Lozano, F. J., & Sammalisto, K. (2019). Teaching sustainability in European higher education institutions: Assessing the connections between competences and pedagogical approaches. *Sustainability*, 11(6), 1602.
- Lozano, R., Merrill, M. Y., Sammalisto, K., Ceulemans, K., & Lozano, F. J. (2017). Connecting competences and pedagogical approaches for sustainable development in higher education: A literature review and framework proposal. *Sustainability*, 9(10), 1889.
- Lozano, R., Ceulemans, K., Alonso-Almeida, M., Huisingh, D., Lozano, F. J., Waas, T., ... & Hugé, J. (2015). A review of commitment and implementation of sustainable development in higher education: results from a worldwide survey. *Journal of cleaner production*, 108, 1-18.
- Martínez Casanovas, M., Ruíz-Munzón, N., & Buil-Fabregá, M. (2022). Higher education: The best practices for fostering competences for sustainable development through the use of active learning methodologies. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(3), 703-727.
- Membrillo-Hernández, J., Lara-Prieto, V., & Caratozzolo, P. (2021). Sustainability: A public policy, a concept, or a competence? Efforts on the implementation of sustainability as a transversal competence throughout higher education programs. *sustainability*, 13(24), 13989. Naciones Unidas. (s.f.). Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. Recuperado de https://www.buenosaires.iiep.unesco.org/sites/default/files/archivos/ODS4_0.pdf
- Perplexity. (2025). Perplexity AI (Large language model). <https://www.perplexity.ai/>
- QS (2025). QS World University Rankings by Subject 2024: Environmental Sciences. Recuperado de: <https://www.topuniversities.com/university-subject-rankings/environmental-sciences>, consultado el 13 de enero de 2025.
- Schaltegger, S., Lüdeke-Freund, F., & Hansen, E. G. (2023). Corporate Change Agents for Sustainability. *CBS Research Portal*.
- Rieckmann, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning?. *Futures*, 44(2), 127-135.
- Rogiers, A. (2016). El enfoque basado en competencias: Interpretaciones y aplicaciones en la educación. En *Educación y formación para la vida** (pp. 45-67). Editorial Universitaria.
- Román, A. (s.f.). Análisis del ciclo de vida de un producto. *Manos Verdes*. Recuperado de <https://www.manosverdes.co/analisis-del-ciclo-de-vida-de-un-producto/>
- Tilbury, D., Wordsworth, R. (2016). Engaging Early Career Professionals in Education for Sustainable Development: Empowering Leadership for the Future. *International Journal of Innovation in Education*, 3(2), 165-180.
- Tobón, S. (2013). Competencias, calidad y educación superior en el siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 4(10), 104-120. Recuperado de *Competencias, calidad y educación superior - Sergio Tobón Tobón - Google Libros*
- UNAM. (s.f.). Desarrollo de la primera licenciatura en México. Universidad Nacional Autónoma de México.

- UNESCO. (2016). Educación 2030: Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000248526>
 - Wang, Y., Sommier, M., & Vasques, A. (2022). Sustainability education at higher education institutions: pedagogies and students' competences. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 23(8), 174-193.
 - Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability science*, 6, 203-218.
 - Young, O. R., & Underdal, A. (2016). The effectiveness of international environmental regimes: Causal connections and behavioral mechanisms. *Global Environmental Politics*(pp. 1-20). MIT Press.
-