

## Una aproximación a la educación ambiental desde la termodinámica An approach to environmental education from thermodynamics

Ana María Atencio de la Rosa,<sup>1</sup> Guadalupe Montserrat Torres Quiroz,<sup>2</sup>  
José Martín Ramírez Manzano<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup> Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas. Departamento de Formación Básica. Academia de Fisicoquímica Básica.

<sup>1</sup> Correo electrónico: ana\_atencio@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1539-7613>

<sup>2</sup> Correo electrónico: montorrqu@yahoo.com.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2218-2672>

<sup>3</sup> Correo electrónico: martinramirezman@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5021-2675>

Recibido: 3 Marzo de 2022

Aceptado: 27 Abril de 2022

### Resumen

La principal característica que la educación para el desarrollo sostenible señala, es considerar la incorporación de la educación ambiental en los programas dedicados a todos los educandos, sin importar el nivel, a través de la aplicación de nuevos conceptos, de nuevos métodos y de nuevas técnicas, en el marco de un esfuerzo global que fomente la educación ambiental sostenible en todos los niveles educativos. Con base en lo anterior se realiza una propuesta didáctica a través del desarrollo de estrategias aplicadas por los docentes, con el objetivo de facilitar la inserción del desarrollo sustentable en las unidades de aprendizaje de termodinámica, con el fin de reorientar la formación superior hacia la educación ambiental. La aplicación de estas estrategias busca fomentar el trabajo colaborativo entre los estudiantes, y con el paradigma constructivista, permita establecer la relación entre la adquisición de los conocimientos sobre problemas, conceptos y aspectos ambientales, para ir formando su criterio en torno a la educación ambiental sostenible, y que en el ejercicio de su profesión se facilite el trabajo interdisciplinar y transdisciplinar en su

formación profesional. Lo anterior con base en los objetivos pedagógicos de la educación para el desarrollo sostenible que deben incorporarse a todas las asignaturas, y no enseñarse como asignatura independiente.

Palabras clave: educación ambiental, estrategias didácticas, desarrollo sostenible, termodinámica.

### Abstract

The main characteristic that education for sustainable development points out is to consider the incorporation of environmental education in programs dedicated to all students, regardless of level, through the application of new concepts, new methods, and new techniques, within the framework of a global effort that promotes sustainable environmental education at all educational levels [1]. Based on the above, a didactic proposal is made through the development of strategies applied by teachers, to facilitate the insertion of sustainable development in thermodynamics learning units, to reorient higher education towards environmental education. The application of these strategies seeks to promote collaborative work among students, and based on constructivism, they can acquire knowledge about problems, concepts, and environmental aspects, to form their criteria around sustainable environmental education, and that in the exercise of their profession facilitates interdisciplinary and transdisciplinary work in their professional training. The foregoing is based on the pedagogical objectives of education for sustainable development that must be incorporated into all subjects, and not be taught as an independent subject.

Keywords: Environmental Education, Didactic strategies, Sustainable development, Thermodynamics.

Licencia Creative Commons



## Introducción

La educación ambiental puede definirse como el proceso interdisciplinario para desarrollar ciudadanos conscientes e informados acerca del ambiente en su totalidad, en su aspecto natural y modificado; con capacidad para asumir el compromiso de participar en la solución de problemas, tomar decisiones y actuar para asegurar la calidad ambiental [2]. Los antecedentes de esta educación se establecen en el principio 19 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en junio de 1972, antes de ese año sólo existía la preocupación por conservar el ambiente con los objetivos de evitar el agotamiento de las materias primas y compartir las riquezas con los países en desarrollo.

Los programas relativos al medio ambiente dieron origen al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El principio 19 de la Declaración, planteó que la labor de educación en cuestiones ambientales, dirigida a jóvenes y adultos, y atendiendo al sector de la población menos privilegiado, a fin de tener una opinión pública bien informada, con el interés de las empresas y de las colectividades por la protección y mejoramiento del medio [3].

Las conclusiones de la Conferencia Internacional sobre Educación Ambiental realizada en Tbilisi, Rusia en 1977, señala que la educación ambiental como el resultado de una reorientación y articulación de las diversas disciplinas y experiencias educativas, que facilita la percepción integrada del medio ambiente, debe ser interdisciplinaria para examinar los aspectos ecológicos, sociales y culturales. El documento "Educación para un futuro sostenible: una visión transdisciplinaria para una acción concertada", Tesalónica, Grecia en 1997, propone dos ideas generales; la primera es la inclusión de la educación a todos los niveles y subraya el papel de la educación básica como elemento esencial para el desarrollo sustentable y como la prioridad por su relación con la tarea de combate a la pobreza y el fomento del desarrollo económico social. La segunda idea es la sustitución de la educación ambiental por la educación para el desarrollo sostenible, este cambio cultural implica una propuesta de comportamientos, conocimientos, herramientas, valores, actitudes y estilos de vida, que guían y refuerzan el progreso hacia el desarrollo sustentable [4].

Los primeros trabajos adoptaron el concepto de formación ambiental en la Educación Superior relacionado con el diseño, contenido, metodologías, trabajo sobre problemas concretos, investigación, marco de actuación etc., que pueden facilitar el estudio sobre determinados aspectos ambientales.

Con la premisa de que, si todas las actividades humanas impactan el medio, se requiere que dentro de la preparación profesional se incorporen todos aquellos elementos que sean necesarios para minimizar o prevenir dichos impactos.

La formación ambiental debe interpretarse más como un enfoque y una nueva actitud hacia el conocimiento que necesariamente lleva consigo un análisis de los contenidos y de la investigación sobre la que debe apoyarse. Se alertó sobre el estado incipiente y de la continua evolución en que se encuentran los conocimientos relativos a las interrelaciones entre medio ambiente y sociedad, así como de la gran diversidad de temas susceptibles de ser analizados según las distintas realidades. Como proceso formativo se hizo un llamado a rescatar la idea de "proceso" tanto en el plano cognoscitivo, como metodológico y de aplicación didáctica.

#### Educación para un futuro sostenible

En el Primer Seminario sobre Universidad y Medio Ambiente para América Latina y el Caribe, Bogotá [5], se replantea el papel de las instituciones de educación en su misión y en su función social, para contribuir a superar las visiones de subordinación ideológica y económica de los países de la región en el orden económico internacional, donde la universidad tiene la función específica en la creación de nuevos conocimientos.

La educación para el desarrollo sostenible, tiene como característica principal, poder incorporarse a otras asignaturas para complementarlas, sin que se enseñe como asignatura independiente; además de los siguientes rasgos: ser interdisciplinaria y estar orientada a los valores y los principios compartidos que sirven de base al desarrollo sostenible; basarse en el pensamiento crítico y en la solución de problemas; utilizar múltiples métodos y diversas pedagogías en la toma de decisiones y, las experiencias didácticas integradas a la vida cotidiana [6].

En México, con base en el documento de Bogotá, se sientan las bases para un plan de acción en las Instituciones de Educación Superior (IES). El Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, adopta el nombre: Educación ambiental para la sustentabilidad en México [7], que entre otras cosas busca:

- a) Estudiar la alteración de los ecosistemas y sus efectos en la salud y la calidad de vida de las personas, de sus causas socioculturales, políticas y económicas y considera el carácter estructural de los problemas ambientales y;

- b) Se fundamenta en una pedagogía del cambio, el constructivismo y el aprendizaje significativo como teorías educativas; desde un enfoque interdisciplinario; con praxis de acciones con la solución de problemas.
- c) El carácter interdisciplinario en la base de los procesos educativos, para dar cabida a una visión sistémica de la realidad, estudiada desde muy distintos puntos de vista, con la transdisciplinariedad y los métodos activos y participativos, para atender la prevención y solución de los problemas ambientales, así como la construcción de escenarios deseables del desarrollo sustentable desde las diferentes prácticas profesionales y sus propios esquemas conceptuales y metodológicos.

Así, el Comité Promotor de Formación Ambiental en las Instituciones de Educación Superior [8], se fundamentó en una concepción de medio ambiente como el medio físico-biótico, el medio social y cultural, y relaciona los problemas ambientales con los modelos de desarrollo adoptados por el hombre. En ese contexto, se definió la incorporación de la dimensión ambiental en el proceso de desarrollo social.

La Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI), desarrolló en el 2007 el trabajo: Ingeniería México 2030. Escenarios de futuro; estudio prospectivo sobre el papel que las ingenierías habrán de desempeñar en el desarrollo tecnológico, productivo y competitivo de México, con el objetivo de que el sistema educativo nacional pueda formular una oferta del proceso enseñanza-aprendizaje que responda con calidad, oportunidad y pertinencia a las necesidades de la sociedad mexicana y de los mercados globales.

Rascón [9] recabó la opinión de expertos sobre lo deseable y factible de los cambios que en el futuro servirán de antecedente para elaborar una planeación estratégica viable y pertinente, y generar los contenidos curriculares en las escuelas de ingeniería. Como conclusión el escenario deseable–posible plantea una ingeniería profunda en conocimiento, comprensiva e innovadora en su práctica, con mentalidad competitiva, abierta, nacionalista, con sensibilidad social, propositiva, y con ello pelear posiciones en la economía mundial.

Para ello, las escuelas de ingeniería tendrán que reestructurar la oferta educativa reduciendo y focalizando sus especialidades, y los currículos, apuntando hacia la intersectorialidad, deberán ser una composición de saberes básicos generales, especializados, disciplinarios, interdisciplinarios y multidisciplinarios.

A pesar de todos estos argumentos, Carrillo [10] señala que las IES son los lugares donde hay mayor resistencia para incorporar la dimensión ambiental en sus planes y

programas de estudio, dejando a los estudiantes los aspectos de formación en el nuevo paradigma ambiental. Es aquí donde tienen cabida las propuestas de estas estrategias en la asignatura de Termodinámica de las Sustancias Puras de la carrera de Ingeniería Química Industrial (IQI) que se imparte en el Instituto Politécnico Nacional.

Se debe entender un ingeniero químico como el profesionalista que desempeña diversas funciones en los aspectos técnicos, científicos y administrativos que tienen que ver con la implementación de procesos productivos que transformen materias primas y fuentes básicas de energía en productos útiles a la sociedad, procurando la optimización y mejora de los procesos existentes y la generación de nuevas tecnologías con criterios ecológicos que prevengan la contaminación y degradación del ambiente, en equipos multidisciplinarios puede diseñar y supervisar la construcción de entidades de transformación; planear y ejecutar con eficiencia y responsabilidad una producción de calidad [11].

### Materiales y métodos

La unidad de Aprendizaje de Termodinámica de las Sustancias Puras. Estudia la relación de la energía con la materia, la degradación de la energía y cómo afecta en los procesos industriales. Uno de los principales problemas ambientales y globales es la forma en que se relaciona la humanidad con la energía, ese es un punto clave e importante en la cuestión del desarrollo [12].

Las empresas y los industriales, a través de alternativas más económicas, buscan el ahorro de energía en sus procesos. A veces piensan en fuentes de energía más limpia y recurren a la ciencia para aclarar en estas cuestiones. Se inicia entonces una disyuntiva, aún entre los propios científicos, de cuáles son las alternativas amigables con el ambiente, si se puede respaldar con buenas prácticas comerciales; si se puede ahorrar en energéticos, pero mantener el estándar de producción; si son necesarios los equipos de tratamiento de residuos antes de lanzarlos al medio. Peor aún, se preguntan si es más barato pagar la multa por contaminar que mantener la zona de tratamiento de desechos industriales.

De ahí la importancia de entender y comprender los Objetivos de Desarrollo Sostenible y su carácter integrado, ya que sirven de apoyo para que nuestros alumnos entiendan lo importante que es el desarrollo sostenible; que la formación integral que se busca en la educación de ingeniería no es un adjetivo más.

Que la responsabilidad del Instituto Politécnico Nacional es contribuir al desarrollo integral del pueblo de México y cubrir los aspectos de compromiso social, desarrollo sostenible y desarrollo económico del país y poder ofrecer una opción para las generaciones futuras.

Sin olvidar que la elaboración de una secuencia didáctica es una tarea importante para organizar situaciones de aprendizaje que se desarrollarán en el trabajo de los estudiantes y en las que la responsabilidad del docente para proponer esas actividades secuenciadas que permitan establecer un clima de aprendizaje. El sentido de las secuencias constituye una organización de las actividades de aprendizaje que se realizarán con los alumnos y para los alumnos con la finalidad de crear situaciones que les permitan desarrollar un aprendizaje significativo [13].

Así las estrategias o secuencia didácticas no pueden reducirse a un formulario para llenar espacios en blanco, es un instrumento que demanda el conocimiento de la asignatura, la comprensión del programa de estudio y la experiencia y visión pedagógica del docente, así como sus posibilidades de concebir actividades “para” el aprendizaje de los alumnos. Se consideran los principios de aprendizaje en tres actividades mínimas: la de inicio que explica las actividades a seguir y cómo hacerlo; la de desarrollo que explica qué se realizará durante la estrategia; y las de cierre, a modo de conclusión o agrupamiento de toda la información. La secuencia integra la evaluación, en sus tres dimensiones: diagnóstica, formativa y sumativa.

En este artículo se presentan las estrategias: la energía y los recursos naturales, y los conceptos ambientales. Se explicará cada una a continuación.

Primera estrategia: la energía y los recursos naturales

Una forma de relacionar la Unidad de Aprendizaje con las problemáticas ambientales y el respeto a la biodiversidad es con la formación integral que permite formar futuros profesionales comprometidos con su entorno socioeconómico, pero con la visión ambiental de conservación, el fomento a la conciencia solidaria; el reconocimiento y difusión del patrimonio cultural y natural del país.

Para la formación de futuros profesionales conscientes y responsables del respecto y cuidado del ambiente. Al ser la dimensión ambiental descrita como el desarrollo armónico entre la diversidad de ecosistemas, el hombre y su ambiente en el mismo territorio, de modo tal que se puedan llevar a cabo los objetivos de orden social, económico y cultural, sin dañar la naturaleza [88], orientándose a la satisfacción de las necesidades fundamentales de la población en un proceso sostenido de desarrollo [99].

Así la dimensión ambiental y la educación superior podrían establecer las funciones sustantivas proporcionando alternativas de resolución a los problemas mediante el planteamiento de nuevas directrices, desarrollo de investigación y generación de programas institucionales específicos.

Descripción: La aplicación de esta estrategia se muestra de forma general en la tabla No. 1, donde se señalan las actividades de la estrategia con sus respectivas etapas; está diseñada para cubrir las sesiones en todo el semestre. El alumno, en un total de 12 semanas en actividad extra-clase, podrá iniciarse con el estudio de los análisis básicos de una problemática ambiental e ir conformando su criterio profesional.

Segunda estrategia: los conceptos ambientales

De acuerdo con el PNUMA, la educación ambiental es la formación de los individuos para conocer y reconocer las interacciones entre lo que hay de "natural" y de "social" en su entorno, y para actuar en ese ámbito, realizando actividades que no deterioren el equilibrio que los procesos naturales han desarrollado, promoviendo la calidad de vida para todos los seres humanos [16].

Al mismo tiempo, para fomentar una actitud ecológica se hace necesario que los estudiantes participen en la solución de los problemas ambientales que enfrentamos a diario como son: la contaminación del aire, la carencia de agua, lo importante que son los recursos naturales y las consecuencias que enfrentamos por su degradación, la generación de energía y la movilidad; desde una perspectiva relacionada con los aspectos técnicos, sociales y políticos; a los que Ribeiro [17] denomina imperativos u órdenes.

Los niveles de integración son un ejemplo de esta interdependencia. Se pueden definir los límites de la ecología como campo de conocimientos, pero no significa que los sistemas sean independientes unos de otros. La subdivisión en niveles de organización o biosistema está integrada o es interdependiente con los demás niveles de la escala, por lo que no puede haber límites definidos en un sentido funcional. Los individuos no pueden sobrevivir sin el conjunto de la población y así en cada nivel de organización.

Como ejemplo puede ser la evolución o una cadena alimentaria. La organización jerárquica tiene como consecuencia que, al combinarse los componentes o subgrupos para constituir entidades funcionales de mayor complejidad y dimensión, emergen nuevas propiedades que no estaban presentes en el nivel inmediato inferior.

Las propiedades emergentes no son predecibles, ya que las propiedades del todo no son reducibles a la suma de las propiedades de las partes.

Descripción: La aplicación de esta estrategia se muestra en la tabla No. 2, donde se señalan las actividades de la estrategia con sus respectivas etapas; está diseñada en dos sesiones, donde el alumno, en dos semanas en actividad extra-clase, podrá iniciarse en los aspectos técnicos, sociales y políticos, y fomentar una actitud ecológica.

Tabla 1 Estrategia: la energía y los recursos naturales. Fuente: Elaboración de los autores.

ESTRATEGIA: LA ENERGÍA Y LOS RECURSOS NATURALES		
Objetivo	Incluir resolución de problemas de Ciclos de Potencia básico, que contengan un análisis del empleo de la energía real; si hay desperdicio de energía y que podría hacerse, como estudiante de ingeniería, para ayudar a revertir el desperdicio.	
Sesiones Previstas	12	
Actividades de Inicio		
Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantear un problema ambiental.</li> <li>Agotamiento de los recursos naturales y la relación con la Termodinámica</li> </ul>	
Etapa 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formar equipos para realizar investigaciones en diferentes fuentes (internet, bibliografía, o en campo) de algunos aspectos en relación al tema:</li> <li>Existencia del recurso</li> <li>Está en peligro</li> <li>Se puede detener su explotación</li> <li>Proponga un aspecto diferente.</li> </ul>	
Actividades de Desarrollo		
Siempre ponderando el apoyo del docente y ofrecer alternativas de información.		
Tiempo	Actividad	Evaluación Parcial
En 2 semanas	Verificar el avance	Presentar que se ha revisado o investigado
A 4 semanas	Relacionar los contenidos del tema con los contenidos de la UA	Exponer que aspectos se relacionan de forma directa con la UA que estudian
En 6 semanas	Proponga una resolución del problema ambiental	Cada equipo propone una opción plausible de solución.
En 8 semanas	Relacionar los contenidos de la investigación con los contenidos de la UA	Exponer que aspectos se relacionan de forma directa con la UA que estudian
En 12 semanas	Se exponen las investigaciones, con sus propuestas de solución, del problema planteado al inicio del curso	Se evalúan: Fuentes de consulta Criterios de selección Relación establecida con los contenidos de la UA Lograron relacionarla con otras UA
Actividades de Cierre		
Integración del portafolio de evidencias al sintetizar el trabajo individual y colectivo.		
Evaluación		
Formativa y Sumativa. Se considerarán todos los aspectos señalados en las evaluaciones parciales.		
♦ Hay que exponer los aspectos se relacionan de forma directa con la UA		
♦ Cada equipo propone una opción plausible de solución.		
♦ Fuentes de consulta		
♦ Criterios de selección		
♦ Relación establecida con los contenidos de la UA		
♦ Lograron relacionarla con otras UA		

Tabla 2 Los conceptos ambientales. Fuente: elaboración de los autores.

ESTRATEGIA LOS CONCEPTOS AMBIENTALES		
Objetivo	Introducir el estudio de Educación Ambiental para fomentar una actitud ecológica y de reflexión ante los problemas del medio a través del manejo de conceptos ecológicos.	
Sesiones Previstas	2	
Actividades de Inicio para fomentar una actitud ecológica en los estudiantes desde una perspectiva relacionada con los aspectos técnicos, sociales y políticos se recomienda la lectura de Darcy Ribeiro denomina imperativos u órdenes.		
Etapa 1	→ Leer de forma individual: el proceso civilizatorio de Darcy Ribeiro → Elaborar un cuadro sinóptico de las ideas principales	
Contenidos relacionados con la educación ambiental	Conservación Desarrollo sustentable Ecología Ecosistema Energía Evolución del hombre Origen de la vida en la Tierra	Paradigma tecno-económico Proceso civilizatorio Recursos naturales: Revolución Industrial Revolución tecnológica Técnica y tecnologías como elemento dinamizador del desarrollo Uso sustentable
Actividades de Desarrollo		
Etapa 2	Formar equipos de 6 estudiantes	
Etapa 3	De acuerdo con los conceptos de ecosistema y de situación ecológica; con la generación de energía como problema ambiental que presenta la Ciudad de México, se pedirá que se identifiquen los cuatro componentes mínimos de un modelo funcional, a saber: 1. Una fuente de energía o cualquier otra función de forzamiento externo; 2. Propiedades de estado; 3. Vías de flujo de energía o transferencias de materia establecen conexiones entre las propiedades y con las fuerzas; y 4. Interacciones de propiedades para modificar, amplificar o controlar los flujos o crear nuevas propiedades emergentes.	
Actividades de Cierre		
Permitir la reflexión y plantear que el estudio de los ecosistemas respaldados por la ciencia y la tecnología como un esfuerzo para delimitar el impacto del ser humano sobre la naturaleza y buscar revertir, en medida de lo posible, el deterioro ambiental. Por lo que se propone continuar con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas y ejercicios en los que se apliquen los contenidos relacionados con: la energía y la situación energética.</li> <li>• El medio ambiente desde la termodinámica.</li> <li>• El clima desde la termodinámica</li> </ul>		
Evaluación Formativa y Sumativa Integración del portafolio de evidencias al sintetizar el trabajo individual y colectivo. <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Portafolio de Evidencias (Contenido)</li> <li>◆ Resumen personal de la lectura que realizó.</li> <li>◆ Comentario escrito de la sesión de presentación</li> </ul> Reflexión sobre el desarrollo social y ambiental		

## Conclusiones

Partiendo de la premisa: piensa globalmente y actúa localmente; la educación ambiental busca crear interés y conciencia a través de conocer el ambiente local, acercándose a él por medio de estudios de campo y de experiencias en el aula, para poder evaluar las afectaciones que la actividad humana hace sobre el medio y cómo puede hacerse el esfuerzo personal, grupal y social para revertirlas.

Se contempla que nuestros egresados enfrenten estos retos en ambientes adaptativos y entornos virtuales; que desarrollen el pensamiento crítico, analítico, estratégico; que trabajen en equipos multiculturales y multidisciplinares. Y cabe hacer las preguntas: ¿Fomentamos el trabajo colaborativo y multidisciplinario en todas las áreas del conocimiento?, ¿Qué tanto podemos intervenir en la problemática del ambiente, la energía y el desarrollo sostenible?

A la sombra de la recesión que enfrenta el mundo debido a la pandemia del COVID-19, al trabajo sincrónico en línea, el poco interés de los alumnos a realizar las actividades; la baja inversión de los gobiernos en proyectos educativos y los desalentadores resultados de la Conferencia de las Partes COP26 [18] realizada en noviembre del 2021 en Glasgow, Reino Unido. Presentan un difícil panorama que debe impulsar aún más el compromiso de las autoridades, los profesores y los estudiantes por cumplir con los compromisos que la sociedad ha depositado en cada uno de nosotros y, fortalecer y promover, desde nuestra posición, el bienestar del medio.

## Referencias bibliográficas

1. UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. La educación para un futuro sostenible: una visión transdisciplinaria para una acción concertada. Conferencia internacional sobre medio ambiente y sociedad: educación y sensibilización para la sostenibilidad. Tesalónica, Grecia: UNESCO; 1997.
2. Calixto FR. Investigación en educación ambiental. Revista mexicana de investigación educativa. [Internet] 2012 [24 de marzo de 2020]; 17(55): 1019-1033. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662012000400002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662012000400002&lng=es&tlng=es)
3. ONU Organización de las Naciones Unidas [Internet]. PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; 2019 [consultado 24 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-environment-programme/>

4. UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción. [Internet]. 1998 [consultado 18 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.iesalc.unesco.org/ess/index.php/ess3/article/view/171>
5. UNESCO-PNUMA. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Memorias del Seminario Internacional: Universidad y Medio Ambiente en América Latina y el Caribe. Bogotá: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior; 1985.
6. De Alba A. La educación ambiental y sus objetivos, en: Memorias Reunión anual del programa universitario de medio ambiente. México: PNUMA, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. UNAM Universidad Nacional Autónoma de México; 1996.
7. SEMARNAT. Secretaría de Marina y Recursos Naturales. [Internet]. México. [Consultado en 28 febrero de 2021] Disponible en: [http://www.cedrssa.gob.mx/post\\_secretarna\\_de\\_medio\\_ambiente\\_y\\_recursos\\_naturales\\_-\\_n-semarnat-n.htm](http://www.cedrssa.gob.mx/post_secretarna_de_medio_ambiente_y_recursos_naturales_-_n-semarnat-n.htm)
8. ANUIES–SEDUE. Asociación de Universidades e Instituciones de Educación Superior - Secretaría de desarrollo Urbano y Ecología. Formación Ambiental: Órgano informativo del Comité Promotor de la Formación Ambientad de las instituciones de educación superior mexicanas. [Internet] 1990 [consultado 8 marzo 2021]; 1(1). Disponible en: [https://www.inecc.gob.mx/repositorio/ae2/ae\\_370.10\\_a585\\_v1.pdf](https://www.inecc.gob.mx/repositorio/ae2/ae_370.10_a585_v1.pdf)
9. Rascón ChO. Panorama de la ingeniería en México y el mundo. [Internet]. CONACYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Academia de Ingeniería de México; 2012. Disponible en: [https://www.ai.org.mx/sites/default/files/25.\\_panorama\\_de\\_la\\_ingenieria.pdf](https://www.ai.org.mx/sites/default/files/25._panorama_de_la_ingenieria.pdf)
10. Carrillo S y Moretto P. Educación ambiental para la sustentabilidad. Revista del COEPES Comisión Estatal para la Planeación de la Educación Superior. Guanajuato [Internet] 2011 [Consultado en 12 marzo 2019]; 3. Disponible en: <http://www.revistacoepesgto.mx/revistacoepes3/educacion-ambiental-para-la-sustentabilidad>
11. Romero G. El impacto de las ciencias básicas en la aplicación de los conocimientos de las ciencias de la ingeniería. En: XXV Congreso ANFEI Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería. México: ANFEI; 1999.

12. Miranda LC. Educación ambiental en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Revista Vinculando [Internet] 2014 [Consultada 15 agosto 2021]. Disponible en: <https://vinculando.org/ecologia/educacion-ambiental-en-el-proceso-de-ensenanza-aprendizaje-en-primaria-secundaria-y-preuniversitario.html>
13. Díaz-Barriga Á. Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. En: Reforma educativa. México: SETSE - IISUE UNAM Sindicato Estatal de Trabajadores al Servicio de la Educación - Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación- Universidad Nacional Autónoma de México; 1996; 2013 p 1-15. Disponible en: [http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluaci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas\\_Angel%20D%C3%ADaz.pdf](http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluaci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas_Angel%20D%C3%ADaz.pdf)
- 14 Biología 2 [internet] CCH-UNAM Colegio de Ciencias y Humanidades – Universidad nacional Autónoma de México. [consultado 8 de septiembre de 2022]. Disponible en: [https://e1\\_portalacademico\\_cch\\_unam\\_mx/alumno/biologia2/unidad2/ambienteDimension/dimensionAmbienta#](https://e1_portalacademico_cch_unam_mx/alumno/biologia2/unidad2/ambienteDimension/dimensionAmbienta#)
15. Santamaría G. Inserción de la dimensión ambiental en los currícula de la educación media superior del Instituto Politécnico Nacional. Estudio exploratorio. México; 2012.
16. ONU Organización de las Naciones Unidas. [Internet]. PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; 2020 [consultado 4 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.unep.org/about-un-environment/why-does-un-environment-matter>
17. Ribeiro D. El proceso civilizatorio. 1ª edición. Caracas Venezuela: Biblioteca Universidad Central; 1970.
18. ONU. Organización de las Naciones Unidas. En: Conferencia de las Partes 26. Glasgow, Escocia: ONU; 2021.

#### Contribución de autoría

Los autores han colaborado en partes iguales, en todas las etapas del artículo.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses. Todos los autores del artículo declaramos que estamos de total acuerdo con lo escrito en este informe y aprobamos la versión final

Ana María Atencio de la Rosa, Guadalupe Montserrat Torres Quiroz,  
José Martín Ramírez Manzano

---

#### Autores

Ana María Atencio de la Rosa. Doctora en Educación. Departamento de Formación Básica. Academia de Físicoquímica Básica. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas.

Guadalupe Montserrat Torres Quiroz. Maestra en Educación. Departamento de Formación Básica. Academia de Físicoquímica Básica Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas.

José Martín Ramírez Manzano. Maestro en Educación. Departamento de Formación Básica. Academia de Físicoquímica Básica Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas.

