

La enseñanza de la física y las matemáticas: un enfoque hacia la educación ambiental



Rodolfo Fabián Estrada Guerrero

*Departamento de Física y Matemáticas Universidad Iberoamericana,
Prolongación Paseo de la Reforma 880 Lomas de Santa fe, Álvaro Obregón,
C. P. 01219, México D. F. México.*

E-mail: rodolfo.estrada@uia.mx

(Recibido el 15 de Febrero de 2010; aceptado el 9 de Mayo de 2010)

Resumen

En este trabajo se presenta un análisis reflexivo acerca del papel que juega la enseñanza de las ciencias en un contexto de conciencia social, se estudia el caso particular de la física y las matemáticas haciendo énfasis en la importancia que tiene la enseñanza de estas ciencias para hacer una conciencia social en lo que a la contaminación ambiental se refiere. Este análisis muestra que la ciencia no solo se limita a la generación de nuevos conocimientos, también puede aplicarse a la creación de una conciencia social que repercute en el bienestar de una sociedad y, por que no, en la mejora de la calidad de vida de los habitantes de un país.

Palabras clave: Conciencia social, Enseñanza-aprendizaje, Contaminación, Física, Matemáticas.

Abstract

In this work a reflective analysis about the role that plays the teaching of science into a context of social conscience is presented, there is studied in particular the case of the teaching of physics and mathematics doing emphasis on the importance that has the education in these two science to encourage the social conscience in what to the environmental problems it refers. This analysis shows that the science not only limits it self to the generation of new knowledge, also it is possible to apply them to create a social conscience that can be seen as well-being of a society and, why not, in a better quality of life in whole country.

Keywords: Social conscience, Teaching-learning, Contamination, Physics, Mathematics.

PACS: 01.40.gb, 01.75.+m, 01.40.E-, 01.40.J-.

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los problemas ambientales han adquirido gran importancia debido a que afectan a todos los seres humanos, basta echar un vistazo al cambio climático provocado por la emisión de gases a la atmósfera del planeta, esto ha provocado un aumento global en la temperatura promedio del planeta y como consecuencia los polos se derriten con mayor intensidad por lo que se ha perdido parte de ellos en los últimos años [1, 2]. La solución a este y otros problemas relacionados con la contaminación ambiental no puede ser encontrada por una persona ni por un grupo de investigadores a nivel mundial dedicados a la investigación en el mejoramiento y cuidado del medio ambiente [3, 4], se debe generar una conciencia social para poder enfrentar estos problemas y proponer una solución en beneficio de la humanidad.

Es en el ámbito educativo desde donde se puede generar una conciencia acerca de este y otros problemas ambientales, algunos de estos problemas tienen un gran

contenido en donde la enseñanza de la física y las matemáticas puede ser aplicada para crear conciencia en los estudiantes desde nivel secundaria, en donde el alumno empieza a tener conciencia de los problemas sociales, hasta el nivel superior, en donde el alumno participa activamente en la búsqueda de soluciones a este y otro tipo de problemas. Por medio de la enseñanza de la física y las matemáticas se puede orientar a los estudiantes en esta problemática al menos por dos razones: por una parte, algunos de los problemas ambientales tienen su origen en agentes físicos como la radiación, el sonido, el calor y los fenómenos de transporte de materia y energía, por otra parte la matemática, dada la complejidad de estos fenómenos contribuye en la búsqueda de un modelo que los describa y facilite su estudio. Uniendo estas dos contribuciones a través de la enseñanza de estas dos ciencias, en el ámbito escolar se puede educar a los estudiantes induciéndolos en la aplicación de estas ciencias en el cuidado del medio ambiente.

En México los planes y programas de estudio propuestos por la Secretaría de Educación Pública (SEP) [5], en las materias relacionadas con las ciencias en el nivel básico, medio y medio superior, han comenzado a tratar temas relacionados con el cuidado del medio ambiente, sin embargo, en el nivel superior, en donde existe la autonomía educativa en algunas instituciones, no se debe dejar de tratar estos temas, pues es en las universidades donde se profundiza en el estudio de las ciencias y se le puede dar un enfoque de tal manera que los conocimientos científicos se apliquen al cuidado del medio ambiente y al mismo tiempo crear una conciencia social de esta problemática [6, 7, 8].

Es necesario dar a conocer las contribuciones que la física y las matemáticas pueden aportar al estudio del medio ambiente [2], pues estas ciencias tienen un enfoque diferente al de otras ciencias como la biología o la ecología en donde estos temas se tratan con mayor detalle dado el tipo de conocimientos que con ellas se generan, sin embargo, la física y las matemáticas por ser consideradas como ciencias duras no se han enfocado adecuadamente para resolver problemas ambientales. En este trabajo se tratan algunas cuestiones ambientales que pueden servir como punto de partida para discutir y proponer soluciones a algunos de estos problemas aplicando los conocimientos científicos derivados de la física y la matemática. En la sección II se analiza la relación de la física con los problemas ambientales, la sección III trata de las matemáticas y los problemas ambientales, la sección IV se explora la educación ambiental, finalmente en la sección V se dan las conclusiones de este trabajo.

II. FISICA Y PROBLEMAS AMBIENTALES

Uno de los problemas ambientales que se presenta en las grandes ciudades está relacionado con la contaminación del aire, como es bien sabido, las emisiones de gases provocadas por los motores de los coches y las emisiones de algunas fábricas son la mayor fuente de contaminación del aire, a pesar de los esfuerzos hechos por los gobiernos, como el de la ciudad de México entre otros, al imponer la verificación de las emisiones de gases de los motores de los coches e intentar reemplazar los autos viejos a través de un programa de estímulos en la compra de un auto nuevo, es inevitable que los motores de combustión interna emitan gases a la atmósfera debido a que es parte de su funcionamiento normal, si bien es cierto que estas medidas han contribuido a reducir los índices de contaminación, estas medidas no evitan la contaminación del aire. Desde el punto de vista de la física, los gases emitidos a la atmósfera aumentan la densidad y la capacidad calorífica del aire, esto trae como consecuencia que se presente el efecto invernadero, físicamente este efecto consiste en la retención de la radiación infrarroja impidiendo su dispersión por lo que se produce un aumento en la temperatura promedio del aire dando lugar a un sobrecalentamiento y la consecuente alteración de la dinámica de la atmósfera.

En México, específicamente en la ciudad capital del país, se cuenta con índice de calidad del aire que se conoce como IMECA (Índice Metropolitano de la Calidad del Aire), este índice se utiliza para informar en intervalos de una hora a la población de la ciudad de México las condiciones de concentración de contaminantes en el aire, los principales contaminantes que se monitorean son: Ozono (O_3), partículas suspendidas menores a 10 micrómetros, dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2) y monóxido de carbono (CO). Si el IMECA tiene un valor entre 0 y 50 puntos la calidad del aire se califica como buena y se identifica con el color verde, si el valor IMECA está entre 51 y 100 se considera regular y se le asigna color amarillo, entre 101 y 150 la calidad del aire es mala asignándole color naranja, de 151 a 200 puntos la calidad del aire es muy mala y se le asigna color rojo, si se rebasan los 200 puntos la calidad del aire se considera extremadamente mala asignándole color morado [9]. A nivel internacional se tiene la "Environmental Protection Agency" cuya sede se encuentra en los Estados Unidos de América (USA), en esta agencia se estudia y monitorea los principales problemas ambientales en lo que a contaminación atmosférica se refiere, se estudia la lluvia ácida y se organizan talleres de educación ambiental para niños [10, 11], también se tiene la "Environmental Solutions Magazine" patrocinada por el gobierno de Canadá, en ella se tratan problemas relacionados con el cuidado del aire, el agua y los residuos industriales [12], aunado a estos esfuerzos por cuidar el medio ambiente la Organización de las Naciones Unidas ha creado el "United Nations Environment Programme" en donde se le da fuerte impulso a estudios sobre el cambio climático y la gobernabilidad ambiental a través de "Environment for Development" [13]. En este caso al enseñar los fenómenos físicos de la difusión y la transmisión del calor por convección, se le puede enseñar a los alumnos como influyen estos fenómenos en la dinámica de la atmósfera y cuando estos fenómenos naturales se convierten en un riesgo para la salud, así, a través de la enseñanza de la física desde los niveles básicos de escolaridad se puede mostrar a los alumnos como contribuye la física al estudio y cuidado del medio ambiente creando en ellos una conciencia social acerca de estos problemas.

La radiación [14] es otro fenómeno físico que interviene en la alteración del medio ambiente, la radiación que recibimos del sol es esencialmente ultravioleta, si nos llegara directamente nos produciría quemaduras en la piel y podría provocar cáncer, sin embargo esto no sucede debido a que en la atmósfera, en la capa conocida como estratosfera se tiene una capa de gas conocida como capa de ozono, en ella existe una dinámica molecular de creación y destrucción de ozono, por lo que la concentración de este gas es estable, esta dinámica molecular de equilibrio está siendo alterada por la emisión de gases conocidos como cloro-fluoro-carbonos, en consecuencia la capa de ozono se está destruyendo y la radiación ultravioleta está pasando de manera directa a la superficie de la tierra, por lo cual está aumentando la

probabilidad de cáncer en la piel, la alteración en los ciclos de lluvia y también contribuye al calentamiento global del planeta. El estudio de la física de radiaciones puede ayudar a explicar las alteraciones ambientales y ecológicas que puede provocar cuando hay un aumento en la cantidad de radiación, es en el ámbito escolar en donde a través de la enseñanza y discusión de este fenómeno físico y las alteraciones que puede provocar en el ambiente donde se puede crear conciencia en los estudiantes haciendo énfasis en la aplicación de la física al cuidado del medio ambiente.

Otro aspecto en donde la física puede aplicarse al estudio de la alteración del medio ambiente es el sonido, este puede considerarse como fuente de contaminación cuando se rebasan los límites auditivos del ser humano cuyo rango de audición está entre 20 Hz y 20000 Hz [14], este intervalo de sonido se conoce como umbral de audición. El sonido se convierte en un problema ambiental cuando se rebasan los límites de intensidad sonora considerados como no perjudiciales para la salud, cuando el sonido tiene una intensidad que rebasa los 55 dB impide tener una conversación y causa molestia al sistema auditivo de una persona. La organización mundial de la salud y la OCDE son los principales organismos internacionales que desarrollan métodos de evaluación sobre los efectos que causa la exposición ambiental a sonidos intensos, en 1986 la OCDE dio a conocer los niveles de sonido considerados como umbral de ruido molesto, esto son:

- A partir de 55 hasta 60 dB ruido molesto.
- Entre 60 y 65 dB ruido que lastima los oídos.
- Más de 65 dB ruido que causa daño grave al oído.

La exposición a niveles altos de ruido perjudica la salud causando trastornos puramente fisiológicos como la pérdida progresiva de la audición, hasta trastornos de carácter psicológico que se manifiestan en cambios de personalidad, trato irritable en las relaciones humanas y hasta bajo rendimiento laboral. Dado que la percepción del ruido depende de cada individuo no todas las personas lo perciben de la misma manera, sin embargo, esto no implica que el organismo no se vea afectado por niveles altos de ruido, cuando una persona se expone a un nivel de ruido por encima de los 65 dB se vuelve propensa a sufrir un paro cardíaco, trastornos de sueño, dolor de cabeza, alteración de la presión arterial, estrés, disminuye la capacidad de concentración y lo que se considera más grave una exposición cotidiana y prolongada a un nivel de ruido superior a los 110 dB hace que aparezcan procesos cancerosos y que éstos se desarrollen con mayor rapidez.

En México existe una legislación que regula los niveles máximos permitidos de sonido, está contemplada en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en el Reglamento para la Protección al Ambiente Contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido, en el capítulo VIII artículos 155 y 156 [15, 16] se especifica el nivel de sonido que es considerado como ruido que causa daño a la salud así como algunas definiciones técnicas de sonido y ruido que le dan un carácter más específico a esta ley. También se tiene una norma oficial en la ciudad de México que se publicó en la Gaceta Oficial del Distrito

Federal el 27 de septiembre de 2006, se llama Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2006 que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras que deben cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal. En esta norma se establecen los horarios y límites máximos permitidos de emisiones sonoras únicamente en aquellas actividades que para su operación requieran maquinaria y equipo que generen ruido intenso siendo estos:

- 65 dB entre las 6:00 y las 20:00 horas.
- 62 dB entre las 20 y las 6:00 horas.

De acuerdo a lo expuesto en los párrafos anteriores, en las clases de física se puede tratar el tema de sonido haciendo énfasis en las alteraciones ambientales que puede causar este fenómeno físico, al mismo tiempo, se puede hacer consciente al alumno en los daños que causa a la salud una exposición prolongada a niveles altos de sonido.

III. MODELOS MATEMÁTICOS

Las matemáticas al igual que la física se pueden aplicar al estudio del medio ambiente, su contribución es principalmente la búsqueda de modelos que describan un problema ambiental para encontrar una posible solución, los modelos matemáticos que describen un problema ambiental son muy importantes, pues como es bien sabido, un modelo matemático tiene la capacidad de predecir el comportamiento del fenómeno para el cual ha sido desarrollado, de esta manera se puede estudiar el comportamiento de un fenómeno ambiental prediciendo lo que puede ocurrir en el futuro con ese fenómeno y de esta manera tomar medidas de prevención para la protección de la población de una comunidad, país, y porque no, de todo el planeta.

El modelaje matemático es un proceso cuya meta final es obtener una ecuación matemática que describe el comportamiento de un fenómeno [17], dichos fenómenos pueden ser físicos, químicos, económicos, sociales, ambientales o biológicos entre otros. El encontrar un modelo matemático no es una tarea fácil, quien busca un modelo matemático para un fenómeno particular debe tener buenos conocimientos de los métodos matemáticos así como haber desarrollado durante su formación profesional la capacidad de intuición-creatividad para interpretar el contexto del problema que se está estudiando, discernir qué contenido matemático se adapta mejor al fenómeno de estudio y tener cierto sentido lúdico para jugar con las variables que están involucradas en el modelo a desarrollar. Los modelos matemáticos aplicados al estudio del medio ambiente se pueden dividir en dos grupos de estudio, los modelos abióticos, en ellos se busca un modelo que describa el comportamiento de seres no vivos como el aire, el agua, el clima entre otros. Modelos bióticos en donde se busca un modelo que describa el comportamiento de los seres vivos como los animales, plantas, la dinámica de estas poblaciones entre otros. En general los modelos matemáticos se basan en conceptos

fundamentales de sistemas físicos, el modelado del comportamiento del medio ambiente requiere encontrar relaciones analíticas entre las variables que permitan predecir la respuesta del sistema a un estímulo externo, la mayoría de las veces los modelos matemáticos se simplifican aplicando leyes físicas fundamentales como la conservación de la masa, la conservación de la energía y el momento entre otros principios, bajo este contexto la fundamentación de un modelo matemático depende de las hipótesis que se hacen para plantearlo, el modelo es más confiable cuando es sustentado por leyes físicas bien establecidas, el grado de confiabilidad de un modelo matemático depende esencialmente de tres factores: su verificación, calibración y validación.

La verificación está relacionada con las ecuaciones fundamentales que integran el modelo, estas ecuaciones son demostradas y en ocasiones deducidas por primera vez, por lo que el proceso de verificación permite que el modelo tenga el mínimo de errores en los parámetros que lo forman.

La calibración consiste en el ajuste de los parámetros que fueron elegidos o deducidos para el modelo, este ajuste permite que el modelo describa el fenómeno de estudio lo más apegado posible a los resultados que se obtengan del experimento que respalda al modelo.

La validación quiere decir que el modelo y sus parámetros se aplican a la solución del problema particular para el cual se desarrolla el modelo, los resultados que se obtiene al aplicar el modelo son consistentes con un experimento que sustenta el modelo y permite hacer predicciones.

A *grosso modo* un modelo matemático se puede plantear de acuerdo al esquema que se muestra en la figura 1.

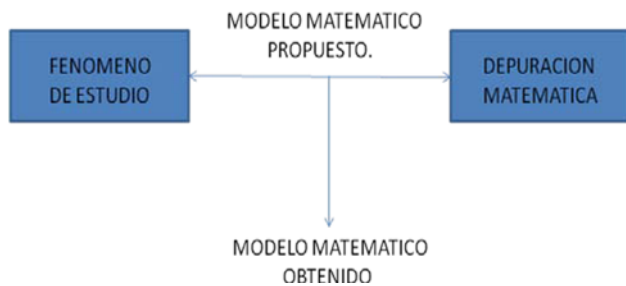


FIGURA 1. En Esta figura se muestra un diagrama de flujo de la manera más simple en la que se puede obtener un modelo matemático.

Como se puede apreciar en la figura 1, el desarrollo de un modelo matemático comienza por tener bien identificado el fenómeno que se quiere estudiar, el paso que sigue es proponer un modelo matemático que describa el comportamiento del fenómeno de estudio de manera aproximada, este modelo preliminar se va depurando haciendo ajustes, aplicando teoremas y demostraciones hasta que se llega al modelo final, este debe de ajustarse lo más cercano posible a la descripción cualitativa y

cuantitativa del fenómeno para el cual se está desarrollando además de dar la posibilidad de hacer predicciones acerca del fenómeno que se está modelando.

Entre los modelos matemáticos más comunes usados en la enseñanza de las ciencias se tiene la segunda ley de Newton $F = ma$ que describe una relación de proporción directa entre la fuerza aplicada a un sistema y la aceleración que esta fuerza produce. Otro ejemplo es la ley de conducción del calor que describe la cantidad de calor que conduce un material con respecto al tiempo cuando hay una diferencia de temperatura $dQ/dT = kAdT/dx$, así como estos ejemplos en la enseñanza de las ciencias se tienen otros modelos matemáticos cuyo fundamento está en un fenómeno físico. De esta manera los modelos matemáticos son una herramienta fundamental en la enseñanza de la física, ya que, como se ha expuesto en este trabajo, un modelo matemático tiene su origen en el estudio de un fenómeno, en este caso un fenómeno físico, en donde las matemáticas tienen un papel esencial en la obtención de un modelo que se aplique al estudio de dicho fenómeno.

Bajo este contexto, la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a través del desarrollo de modelos que representen un fenómeno de estudio [18] le permite al alumno tener un panorama más amplio de las aplicaciones que tiene la matemática, le permitirá desarrollar sus competencias en la aplicación de los conocimientos de matemáticas que ha adquirido al modelaje de fenómenos naturales, sociales y ambientales como los que se describieron desde el punto de vista de la aplicación de la física en este artículo. La enseñanza de las matemáticas aplicando el modelaje puede enfocarse de tal manera que, durante la búsqueda de un modelo el alumno haga conciencia del problema que se está resolviendo sobre todo si se le hace notar que el modelaje matemático puede resolver problemas ambientales al igual que la física [19].

Desde este punto de vista, la enseñanza de la física y las matemáticas puede orientarse al estudio de problemas ambientales. Es en la secundaria, cuando el alumno entra por primera vez de manera más formal en contacto con los conocimientos de la física y se le empieza a enseñar el lenguaje formal de las matemáticas a través del estudio del álgebra, en donde se le puede enseñar como contribuyen estas dos ciencias al estudio y cuidado del medio ambiente, la enseñanza de la física describe de que manera un fenómeno natural como la radiación, el sonido, la difusión de líquidos y gases entre otros fenómenos físicos se convierten en un problema ambiental, la enseñanza de las matemáticas muestra al alumno como pueden modelarse estos fenómenos físicos para buscar una solución y poder predecir los daños que se pueden causar al medio ambiente.

IV. EDUCACIÓN AMBIENTAL

El desarrollo acelerado de las sociedades actuales y la introducción de nuevas tecnologías en la vida cotidiana, hace que los científicos dedicados a la física y las

matemáticas tengan cada vez más una responsabilidad social y ambiental que cumplir [20]. Por ejemplo, la industria requiere de innovaciones en los productos que ofrece cuya función es hacer más cómoda la vida de la sociedad, para lograr este propósito la industria se apoya en los conocimientos nuevos que aporta la ciencia, de esta manera en casa se puede disfrutar de una pantalla plana de alta definición, de un sistema de teatro en casa entre otras comodidades, estos productos de la industria moderna no se podrían haber diseñado y construido sin la aportación de la física cuántica y el correspondiente desarrollo del modelo matemático que explica su diseño y funcionamiento. Estos y otros productos industriales generan residuos peligrosos que son arrojados al medio ambiente, es aquí donde los conocimientos científicos que aportan la física y las matemáticas deben orientarse hacia el tratamiento de estos desechos para que su impacto ambiental, que es inevitable, sea lo menos perjudicial al medio ambiente. Esta conciencia científico-social se puede generar desde los salones de clases en todos los niveles educativos, haciendo que los estudiantes tengan una visión más amplia del papel social que debe tener la ciencia, en este caso particular la enseñanza de la física y las matemáticas [21].

La educación ambiental tiene mucho que aportar al proceso de constitución de nuevas identidades sociales para responder a los desafíos del presente. Porque en el proceso de constitución de este nuevo campo pedagógico, cada vez están quedando más lejos las propuestas originales de una educación ambiental acoplada con el naturalismo, el conservacionismo y las demás formas asociadas con un punto de vista que recalca la preservación del medio natural, pero sin considerar las necesidades y expectativas de cambio social de los grupos humanos que habitan los espacios naturales.

La educación ambiental puede abordarse desde dos puntos de vista, la formal y la no formal. El punto de vista formal se logra fundamentalmente a través de la enseñanza en los salones de clase, es en estos lugares en donde se deben abordar tres aspectos fundamentales que deben estar contenidos en la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos, estos son: el puramente académico que consiste en dar y tomar clases, el de investigación que fomenta las competencias y la creatividad en los estudiantes, y el laboral en donde se ponen en práctica los conocimientos aprendidos. El punto de vista no formal consiste en la realización de eventos o concursos estudiantiles, visitas a museos, discusión de artículos publicados en revistas y periódicos [22]. Actualmente en las escuelas de nivel medio y medio superior en México se realizan ferias de ciencia, en ellas los estudiantes exponen proyectos en donde los profesores únicamente orientan a los estudiantes en su desarrollo sin darle la solución del problema planteado, de esta manera se fomentan las competencias y la creatividad.

La educación ambiental que veremos en la próxima década, aunque se designe de otra forma, intentará, como en las tres décadas pasadas, presentar una configuración en la que en apariencia sus elementos constitutivos han sido

re articulados mediante la aplicación de los procedimientos del método científico para dar mejores respuestas a los complejos y cada vez más agudos retos que el ambiente mundial enfrentará, como consecuencia de que la política ambiental global no sólo continúa, sino que se encuentra crecientemente más supeditada a lo económico. De esta manera, será responsabilidad de nosotros los educadores en ciencias, así como de los educadores ambientales de las diversas regiones del mundo que se percatan de estas crisis, mantener abiertas con proyectos alternativos las configuraciones conceptuales que se promuevan desde las agencias, organizaciones y centros educativos en todos los niveles [23].

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo expuesto a lo largo de este artículo se puede concluir lo siguiente: La enseñanza de las ciencias consideradas como ciencias duras debe tener un enfoque ambientalista sin perder el formalismo científico que las caracteriza, es decir, que la enseñanza de las ciencias no pierde su esencia al darles una orientación social-ambiental, en estos tiempos en el que la ciencia y la tecnología avanzan muy rápido, se debe hacer conscientes a los estudiantes que ciencia-sociedad-ambiente no están desligados y que se puede crear una conciencia social ambientalista a través de la enseñanza de las ciencias.

La manera de exponer en los salones de clase los problemas ambientales puede ser variada, para lograrlo no es necesario aumentar el tiempo ni los créditos de las materias de ciencia, basta con darles el enfoque adecuado al tratar los temas que forman parte del plan de estudio de estas materias. La educación ambiental se puede realizar en actividades que se relacionen lo más directamente posible con el perfil de egreso de los estudiantes en una carrera particular, si se quiere formar profesores el ámbito docente es el más adecuado, si se quiere formar científicos entonces la investigación es lo más adecuado. En ambos aspectos profesionales se debe lograr la conciencia ambiental sin perder el formalismo educativo y al mismo tiempo crear una conciencia social.

Esto no impide reconocer que en el actual momento constitutivo del campo de la educación ambiental y la enseñanza de las ciencias básicas como la física y las matemáticas, cobran suma importancia las contribuciones que las diversas agrupaciones de científicos hacen para conocer, cada vez mejor, la dimensión de los problemas ecológicos y apuntar hacia algunas estrategias para su prevención y minimización. En este aspecto se ha demostrado el valor que tiene, para los países en desarrollo, el empleo de los hallazgos de la investigación científica por parte de las organizaciones no gubernamentales y de los productores rurales. Nos encontramos en presencia, entonces, de un campo multidisciplinario ligado no sólo a las diversas concepciones pedagógicas prevalecientes —como en todo campo educativo—, sino a la forma de definir y priorizar la problemática ambiental de hoy. Pero es un campo que

ha venido descentrándose, pues se le ha despojado a la conservación la naturaleza de su vestidura de ecología científica, recuperando sus componentes sociales, lo que resulta indispensable para poder educar ambientalmente en países con enormes contingentes de población en condiciones de pobreza.

Para lograr una educación ambiental creando una conciencia social a través de la enseñanza de las ciencias, debe tenerse solamente un poco de preparación específica por parte de quien enseña la física y las matemáticas, es cierto que requiere un poco de esfuerzo pero vale la pena dada la escasa educación ambiental y la pérdida de valores y conciencia social que se vive actualmente en un mundo globalizado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Ventura Rodríguez Lugo director del Centro Universitario de Vinculación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo. Al Fís. Salvador Viquez Cano por sus valiosos comentarios que ayudaron a enriquecer el contenido de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Guía del ICLEI., (*Cambio climático y desarrollo limpio, oportunidades para gobiernos locales*, Secretaría para América Latina y el Caribe, Brasil, 2010).
- [2] Collins W., Colman R., Hywood J., Manning M., y Mote P., (*El fundamento físico del cambio climático*, Investigación y ciencia, 2007)
- [3] American Meteorological Society, <<http://www.ametsoc.org/AMS/>> Consultado el 12 de Febrero de 2010.
- [4] Atmosphere., Climate and Environment Information Programme, <<http://www.ace.mmu.ac.uk>> Consultado el 12 de Febrero de 2010.
- [5] Secretaría de Educación Pública, <<http://www.sep.gob.mx>> Consultado el 12 de Febrero de 2010.
- [6] Vargas, J., *The education of the future, the future of education in Mexico*, Actualidades Investigativas en Educación **8**, 1-33 (2008).
- [7] Polanco, A., *La motivación en los estudiantes universitarios*, Actualidades Investigativas en Educación **5**, 15-27 (2005).

- [8] Viennot, L., *Teaching physics: research-based suggestions and teachers' reactions, toward a better interaction?*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **2**, 21-28 (2008).
- [9] SEMARNAT., <www.semarnat.gob.mx>, Leyes y normas, Consultado el 12 de Febrero de 2010.
- [10] USEPA (*United States Environmental protection agency*), <www.epa.gov>, Consultado el 12 de Febrero de 2010.
- [11] Environmental Protection Authority, <www.epa.wa.gob.au> Consultado el 12 de Febrero de 2010.
- [12] Environmental Solutions Magazine, <<http://esm.baumpub.com>> Consultado el 12 de Febrero de 2010.
- [13] United Nations Environment Programme. Environment for Development, (*Cambio climático y gobernabilidad Ambiental*), <www.unep.org> Consultado el 12 de Febrero de 2010.
- [14] Hewitt, P., *Física conceptual*, (Prentice Hall, 9ª. Edición, México, 1997).
- [15] Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, (*Capítulo VIII, Artículos 5, 155 y 156*, 1988).
- [16] Gaceta Oficial del Distrito Federal, (*Norma NADF 05 No. 113*, 2006).
- [17] Vega, H., *Fenómenos físicos, modelos matemáticos y ecuaciones diferenciales*, Revista Mexicana de Física **25**, 98-106 (1988).
- [18] Tesouro, M., Dolores, M., Labian, I., Guillamet, E. y Aguilera, A., *Mejoremos los procesos de enseñanza – aprendizaje mediante la investigación-acción*, Revista Iberoamericana de educación **42**, (2007).
- [19] Huerta, M., *Aprendizaje estratégico, una necesidad del siglo XXI*, Revista Iberoamericana de Educación **42**, 1-25 (2008).
- [20] Bendala, M., Pérez, J., *Educación Ambiental: Práxis Científica y Vida Cotidiana, Descripción de un proyecto*, Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **1**, 233-239, (2004).
- [21] González, E., *La Educación Ambiental en México Ante los Retos de la Cumbre Sobre el Desarrollo Sustentable*, Revista de Vinculación y Ciencia **10**, 50-72 (2008).
- [22] Novo, M., *La Educación Ambiental Formal y no Formal: Dos Sistemas Complementarios*, Revista Iberoamericana de Educación **11**, 75-102, (1996)
- [23] Nieto, L., *Reflexiones Sobre la Investigación en Educación Ambiental en México*, Foro Nacional de Educación Ambiental SEP-SEMARNAP, Aguas Calientes México, (2000).

Copyright of Latin-American Journal of Physics Education is the property of Latin-American Physics Education Network and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.