

Energías renovables: una propuesta para su enseñanza



Nelson Arias Ávila¹, Verónica Tricio Gómez²

¹Licenciatura en Física, Universidad Distrital, Carrera 3 No. 26A - 40, Bogotá, Colombia.

²Departamento de Física, Universidad de Burgos, Plaza Misael Bañuelos, Burgos, España.

E-mail: nelsona@udistrital.edu.co

(Recibido el 24 de Enero de 2014, aceptado el 27 de Agosto de 2014)

Resumen

Reconociendo la importancia de enseñar tópicos sobre energías renovables y temas relacionados, se presenta una propuesta (Cartilla) para la enseñanza de dichas temáticas en secundaria, producto de la cooperación entre las Universidades de Burgos, España y Distrital de Bogotá, Colombia. En ella se integra transversalmente buena parte de las asignaturas propias del nivel mencionado, desarrollando los contenidos tradicionales pero de manera diferente a lo habitual. La cartilla constituye una guía, orientada a favorecer cambios en los planteamientos temáticos y metodológicos en la enseñanza de las energías renovables.

Palabras clave: Didáctica de las ciencias, enseñanza de las energías renovables, educación para el desarrollo sostenible, formación de profesores.

Abstract

Recognizing the importance of teaching renewable energies and related topics, one presents a proposal (Primer) for teaching these subjects in secondary school, product of the cooperation between the Universities of Burgos, Spain and Distrital of Bogota, Colombia. In this is integrated transversely a great part of the own subjects of the mentioned level, developing the traditional contents but in a way different from the habitual thing. The Primer is a guide, oriented to promote changes in the thematic and methodological approaches in the teaching of renewable energies.

Keywords: Didactics of the sciences, education of the renewable energies, education for the sustainable development, teachers' formation.

PACS: 01.40.gb, 01.40.ek, 88.05.Ec, 88.05.Np.

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Hoy es comúnmente aceptado que el esquema actual de producción de energía, basado en combustibles fósiles, es fundamentalmente insostenible; además se ha comprobado que el empleo indiscriminado de estos tiene efectos nocivos sobre el ambiente. Por ello es clara la necesidad de modificar cuanto antes el modelo energético existente, sustituyendo paulatinamente el empleo de dichos combustibles por otras fuentes que no tengan los inconvenientes enunciados, y generando además un cambio radical en el ahorro y uso racional de la energía a todos los niveles [1, 2, 3, 4, 5]. Se espera que en el nuevo esquema por venir, las Energías Renovables (ER) desempeñen un papel fundamental [6, 7], aunque se sabe que dicho cambio no será fácil ni tan rápido como se quisiera, debido a muchas circunstancias de diverso orden: científicas, técnicas, económicas y políticas, entre otras.

Otra dificultad, no menos importante, está relacionada con la falta de información y conocimiento adecuados por parte de la ciudadanía en general, sobre la problemática planteada, sus dificultades y posibles soluciones. Lo

anterior implica la necesidad de un cambio en la mentalidad de las personas, cambio que debe propiciarse por todos los medios posibles, correspondiéndole a la educación una parte esencial e insustituible en el mismo [8, 9].

Para adquirir una cultura científica básica, es indudable la importancia de enseñar y aprender algunos tópicos referentes a las Energías Renovables y temas relacionados, formación que tendrá mejores frutos si se inicia a edades tempranas, es decir, en los niveles: básico y medio de educación. Ello ha de favorecer en los estudiantes no solo la adquisición de conocimientos, habilidades y hábitos básicos sobre las temáticas mencionadas, sino también el desarrollo de actitudes que se manifiesten tanto en el intercambio de ideas y experiencias con sus familiares y entorno en general, como en su comportamiento a lo largo de la vida.

Basados en lo anterior, y como producto del intercambio y cooperación entre la Universidad de Burgos (España) y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá (Colombia), se ha publicado un libro titulado *Cartilla para la enseñanza de las Energías Renovables*, que integra de manera transversal buena parte de las materias del programa escolar de Colombia y de

Nelson Arias Ávila, Verónica Tricio Gómez

España (similar en contenidos en la mayoría de países hispanohablantes) en torno a la temática planteada, permitiendo que los docentes desarrollen de manera coherente en sus asignaturas los temas en mención. La Cartilla contiene el planteamiento de las problemáticas globales relativas a las Energías Renovables, la exposición de conceptos científicos sobre la temática, actividades prácticas, ejercicios, y orientaciones sobre el lugar que dichos ítem pueden ocupar en los cursos tradicionales. En ella se tratan los contenidos habituales para los tópicos de las ER y temas relacionados (sustentabilidad, fuentes no renovables, impactos ambientales, etc.), pero de manera diferente a lo tradicional; el documento constituye una guía para los profesores, orientada a favorecer un cambio importante en los planteamientos temáticos y metodológicos de las asignaturas tradicionales, relacionadas con las Energías Renovables y temas afines, en la enseñanza secundaria.

A lo largo del presente trabajo se enuncian las bases generales de la Cartilla, su estructura y los aspectos más significativos de la propuesta que, desde la perspectiva expuesta, pueden contribuir en el proceso de la enseñanza de las ER y temas relacionados. Finalmente se muestra un ejemplo de lo que podría ser el desarrollo de una de las temáticas propuestas.

II. LA PROPUESTA Y SUS ALCANCES

Existen múltiples publicaciones sobre las ER, sus diferentes fuentes, fundamentos físicos, aplicaciones, principio de funcionamiento de diversos dispositivos, diseño y construcción de plantas, características técnicas, ventajas y desventajas de su uso, etc., pero se encuentra poco material (al menos en español) que oriente al profesor sobre cómo enseñar tan importante temática. El objetivo de esta propuesta es brindar al profesorado de educación básica y media una herramienta que, a modo de guía de orientación y apoyo, le ayude en el proceso de enseñanza de las ER y de algunos temas relacionados como son el ahorro de energía, la eficiencia energética, y lo que ha dado en llamarse ciencia ambiental. La Cartilla no pretende ajustarse a las necesidades de un plan curricular específico o determinado, sino que puede ser útil para cualquier colegio o institución educativa.

Dicho trabajo fue publicado por la Universidad de Burgos, figura 1, y se puede encontrar en los siguientes enlaces: <http://www.e-libro.net/libros/libro.aspx?idlibro=12741>
www.une.es/Ent/Products/ProductDetail.aspx?ID=246218
http://www.infobibliotecas.com/es/libro/cartilla-para-la-ensenanza-de-las-energias-renovables_272067

Aunque la Cartilla puede ser empleada por los profesores de manera individual, la idea que prima en ella es resaltar la importancia y necesidad de un enfoque multidisciplinar –que posibilite a los estudiantes ubicar a las ER en su contexto, relacionándolas con su vida cotidiana–, por lo cual se sugiere que en la medida de lo posible se conforme en cada colegio (o grupo de ellos) un equipo de docentes de diferentes ciencias y disciplinas,

interesados en el tema, que analice el documento, tome aquello que le parezca de interés y lo implemente en sus clases.



FIGURA 1. Portada y contraportada de la publicación.

En uno de los apartes de la Presentación de la Cartilla, hecha por el Dr. Cayetano López Martínez Director General del CIEMAT, se dice: “Se trata de una iniciativa cuya finalidad es exponer para escolares, de forma comprensible y organizada, las nociones más básicas del mundo de la energía y muy especialmente las relacionadas con las energías renovables. Su interés radica no solo en la información que da a los alumnos de diferentes niveles escolares, que es mucha y valiosa, sino también en las propuestas para asimilar esa información, combinando las descripciones textuales con ejercicios que motiven al alumno y le hagan comprender de forma práctica, casi jugando, el potencial y también los problemas asociados a las energías renovables” [10].

A. Estructura y contenido

La Cartilla consta de cinco secciones a saber: *Generalidades y Metodología*, *Resumen Científico-Técnico*, *Actividades*, *Ejercicios*, y *Sugerencias Metodológicas*; luego de un *Apéndice*, se finaliza el documento con *Bibliografía y Sitios web*.

En la primera sección, *Generalidades y Metodología*, se hace un somero recuento de las principales iniciativas que desde diferentes entidades y organismos se han presentado para abordar la problemática generada por el empleo creciente y no controlado de las energías convencionales. Se analiza brevemente la situación en Colombia y España, anotando las similitudes con otros países, se fundamenta el porqué la importancia y necesidad de enseñar las ER desde la más temprana edad, y finalmente se comenta la situación general respecto a dicha enseñanza en Colombia y España, a la luz de la reglamentación vigente en dichos países. La educación energética, como todo proceso educativo, es un camino de largo recorrido en términos de ejecución y

aplicación, con las problemáticas asociadas que van desde la falta de conocimientos por parte de algunos docentes y autoridades educativas, el carácter esporádico y “optativo” de este tipo de actividades docentes, el enfoque unilateral generalmente desde una sola asignatura, la poca flexibilidad de los planes, horarios y programas de estudio –los cuales generalmente no pueden cambiarse sino por organismos de carácter nacional–, la omnipresente falta de fondos, recursos y tiempo, hasta las influencias “externas” sobre los estudiantes, quienes generalmente ven en sus hogares y entornos comportamientos que no son acordes con lo estudiado en clases, en particular en lo referente al uso racional y ahorro de energía.

La educación energética necesita además un cambio importante en los planteamientos temáticos y metodológicos, respecto a las asignaturas de ciencias tradicionales en la enseñanza secundaria. La metodología general propuesta en la Cartilla, recoge experiencias de varios autores, favorece la apropiación de conocimientos y ciertas aptitudes referentes a la energía. También propone la realización de actividades en las cuales el joven estudiante debe analizar una situación específica y buscar respuestas y soluciones, permitiéndole formar sus propias opiniones sobre el tema, y fomentando su directa participación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La metodología propuesta, sin que implique más tiempo del previsto en los planes de estudio a nivel medio, integra de manera transversal a buena parte de las asignaturas del programa escolar en torno a la temática planteada, permitiendo que cada docente la desarrolle desde su asignatura, sin perder la conexión con las demás. Allí donde es posible se emplea la metodología conocida como “aprendizaje basado en proyectos”, donde –entre otras cosas– los estudiantes construyen dispositivos con materiales de bajo costo y sugieren soluciones a situaciones previamente planteadas. Para informarse, aprender y comunicarse también se recomiendan (además de las fuentes tradicionales) las TIC como herramienta de aprendizaje, proponiendo tareas bien definidas a modo de actividad de investigación documental, empleando la información disponible en Internet.

En la segunda sección, *Resumen Científico-Técnico*, se presenta una breve descripción sobre algunos aspectos científico-técnicos (fundamentalmente cualitativos) de las ER, con la intención de brindar al docente un resumen de estos, que lógicamente debe ser ampliado dependiendo de las asignaturas y necesidades concretas en cada clase. Se presentan los fundamentos básicos de conceptos tales como: radiación solar y su medición, efecto invernadero, el hidrógeno, “tipos” de energía: solar (térmica y fotovoltaica), eólica, geotérmica, de la biomasa, del mar, hidráulica, y las principales formas de aprovechamiento de cada una de ellas. El material de esta sección se distribuye en cuatro apartados, e incluye 34 figuras explicativas del texto, algunas de las cuales se muestran en la figura 2.

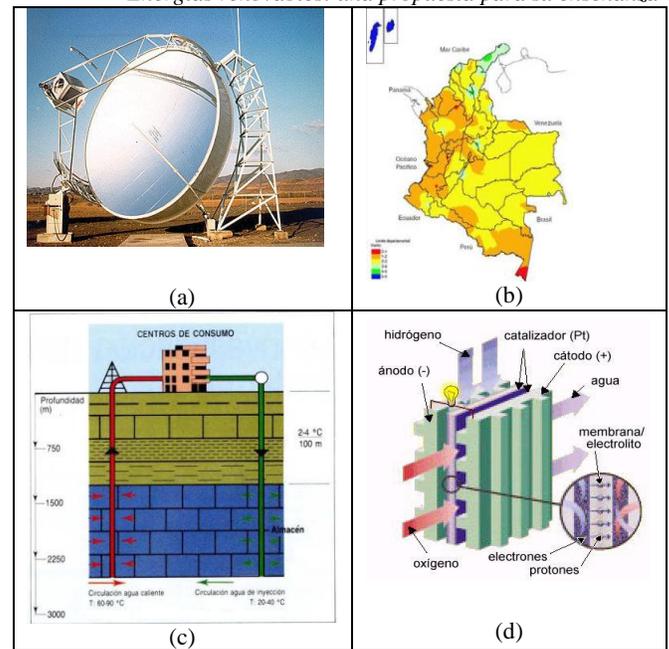


FIGURA 2. Algunas ilustraciones de la sección *Resumen Científico-Técnico*.

Fuentes de las figuras:

- (a) [http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/7869/Proyecto %20Dish%20Stirling.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/7869/Proyecto%20Dish%20Stirling.pdf?sequence=1).
 (b) www.todacolombia.com/geografia/mapascolombianos.html
 (c) www.igme.es/internet/Geotermia/Ficheros%20PDF/MasInfor/
 (d) www.cienciateca.com/fuelcells.html.

En la tercera sección, *Actividades*, una de las principales de la Cartilla, se proponen una serie de actividades (proyectos) que implican la directa participación del estudiante, bien sea de manera individual o grupal, y bien sea en el aula de clase o fuera de ella. Dentro de dichos proyectos se encuentran el desarrollo de experimentos “caseros” y la construcción (en algunos casos con elementos de diseño) de dispositivos sencillos y de bajo costo, que emplean a las ER para su funcionamiento. Para la realización de dichas actividades se sugiere, de manera general, la creación de círculos o grupos de interés en cada colegio (o grupo de ellos), que traten problemáticas relacionadas con el medio ambiente, las ER y temas similares.

Una de las actividades concretas en este sentido es la institucionalización de un espacio que podría llamarse *Aula de las Energías Renovables*, el nombre obviamente será cosa de cada institución o colectivo. Aunque lo ideal sería un aula real donde los estudiantes puedan reunirse periódicamente, realizar sus trabajos, presentar y exponer sus proyectos, tener algunos instrumentos para realizar prácticas de laboratorio, etc., puede ser simplemente un rincón o pasillo en el colegio, donde se busque informar y sensibilizar a los visitantes (padres de familia, otros estudiantes, etc.) sobre el problema ambiental que conlleva la utilización de las fuentes convencionales de energía, su agotamiento, sus altos índices de contaminación, las posibles soluciones –entre ellas las ER–, el uso racional de la energía, etc. Un periódico mural orientado por algún

maestro, pero realizado directamente por los estudiantes es una buena forma de iniciar las actividades del *Aula de las Energías Renovables*.

En el apartado dedicado a la construcción de dispositivos, se proporciona información sobre cómo realizar varios de ellos, obviamente los “diseños” presentados se pueden (y en algunos casos se deben) mejorar y modificar; uno de los aspectos interesantes de esta metodología es que incentiva la creatividad tanto del docente como de los estudiantes, además posibilita el desarrollo de ciertas habilidades manuales, aspecto no menos importante en la formación integral del estudiante.

Se han seleccionado dispositivos de fácil construcción y los modelos más económicos, además como complemento se presenta un listado de referencias donde pueden encontrarse otros modelos, generalmente más costosos y de mayor tamaño y complejidad. Entre los diseños sugeridos se encuentran: cocina solar, secador solar, celda solar simple, manga de viento, aerogenerador simple, biodigestor y generador hidráulico simple.

Dentro de la metodología propuesta, el estudiante (o grupo de estudiantes) deberá no solo construir el dispositivo en cuestión, sino desarrollar con él ciertas mediciones y hacer los análisis, cometarios y demás actividades que previamente se hayan planteado; es importante que el estudiante entienda el tipo de aplicaciones concretas que dichos dispositivos podrían tener en la vida diaria y sus ventajas con respecto a otros similares que empleen combustibles convencionales. Asimismo, al final de esta sección se presentan con cierto detalle algunas de las posibles prácticas de laboratorio que podrían realizarse, y ciertas aplicaciones experimentales que tienen los dispositivos construidos. En la tabla 1 se muestran algunos de los aspectos que caracterizan las sesiones de laboratorio propuestas.

Como se ha mencionado, la idea es que el estudiante mismo participe en la formulación y desarrollo de las diferentes actividades, por lo cual se recomienda excluir el planteamiento de los experimentos en forma de “recetas”, es decir, aquel en que se presenta al estudiante paso a paso cada una de las acciones concretas que debe seguir durante la práctica. Será creatividad del docente en cada situación particular formular los objetivos iniciales para que el estudiante (o grupo) plantee un proyecto concreto a desarrollar. Es muy importante que los informes de la práctica o laboratorio sean discutidos y analizados con los estudiantes, esto permite aclarar conceptos y profundizar en el aprendizaje. Será cosa de cada plantel crear diversas formas de estímulos a los estudiantes que muestren mayor interés y participación en las actividades programadas, siempre es reconfortante para un autor saber que su trabajo es reconocido; las *Ferías de Ciencias* y actividades similares son buenos espacios para ello.

En la siguiente sección, *Ejercicios*, se recomienda, cuando ello sea posible, plantear ejercicios (problemas o situaciones problemáticas) sobre la temática desde el enfoque de cada asignatura. Estos “ejercicios” serán de carácter muy variado dependiendo del nivel de los estudiantes, etc., pero se debe

procurar que no sean los ejercicios tradicionales de texto, donde se requiere simplemente la “aplicación” de una fórmula.

TABLA I. Características de algunas sesiones de laboratorio.

¿Qué se busca?	Aspecto principal	Aspecto complementario
Laboratorio 1	Obtener información sobre la energía emitida (y recibida) desde el Sol.	Compararla con algo “más tangible” como un bombillo común.
Laboratorio 2	Obtener información sobre la energía solar que incide diariamente en la superficie terrestre.	Compararla con la que se recibe en el patio del plantel educativo.
Laboratorio 3	Describir el funcionamiento básico de la <i>cocina solar</i> construida dentro de las actividades del apartado <i>Hacerlo en clase</i> .	Describir las transformaciones energéticas que se dan en cada una de las etapas del proceso de calentamiento de productos y alimentos.
Laboratorio 4	Describir el funcionamiento básico del <i>secador solar</i> construido dentro de las actividades del apartado <i>Hacerlo en clase</i> .	Analizar las transformaciones que se presentan en las etapas del proceso de secado de productos y alimentos.
Laboratorio 5	Describir el funcionamiento básico de la <i>manga de viento</i> construida dentro de las actividades del apartado <i>Hacerlo en clase</i> .	Realizar algunas experiencias de carácter cualitativo.

Se sugiere presentar principalmente situaciones de enunciado más abierto orientadas a trabajar con metodologías de resolución de problemas o similares, como por ejemplo, el cálculo del consumo energético (eléctrico) del hogar de cada estudiante (o del colegio), con sus implicaciones (en contaminación, etc.), y lo que supondría en todos los aspectos un consumo responsable o el replazo por una fuente renovable. A manera de ejemplo, se presentan en esta sección los tipos de “ejercicios” que podrían proponerse con las variaciones a que haya lugar.

Finalmente, en la última sección *Sugerencias Metodológicas*, teniendo en cuenta que generalmente los temas asociados con las ER que se estudian se presentan de manera desarticulada desde diferentes asignaturas, se plantean algunas sugerencias metodológicas para solventar dicho problema. Ellas se fundamentan en la necesidad de un enfoque multidisciplinar y transversal que permita a los estudiantes no solo comprender más completa e integradamente, las bases conceptuales de las ER (temas afines y su uso), desde la óptica de las diferentes asignaturas, sino –tal vez lo principal– “introyectar” dichos

conocimientos de tal manera que sean tenidos en cuenta siempre que como ciudadanos deban tomar alguna posición con respecto al uso de la energía, y en general a la conservación del medioambiente, del entorno y del planeta.

En resumen, se plantea una metodología que presenta una manera global, multidisciplinar y cooperativa de enfocar y desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las temáticas referidas. Desde todas las asignaturas del plan escolar se puede hacer algún aporte en este sentido, en cierta medida las ER y temas afines se pueden convertir en un eje común, aglutinador, donde confluyan conocimientos de diferentes áreas (historia, lengua, tecnología, química, biología, física, entre otras); no se quiere decir con esto que ese sea el único eje que puede proponerse. Simplemente se considera que dada la situación actual del planeta en cuanto a aspectos ambientales, sociales y energéticos se refiere, éste debería ser uno de los ejes centrales en la formación básica de los futuros ciudadanos, los cuales deberán estar comprometidos con el desarrollo sostenible.

Se sugiere que cada actividad programada esté relacionada con el entorno habitual del estudiante (familia, colegio, barrio, etc.), de tal forma que él pueda apreciar más tangiblemente el problema ambiental y sus posibles soluciones, así como proponer actividades concretas que puedan implementarse en dicho entorno a corto y mediano plazo. Se recomienda que las actividades realizadas por los estudiantes sean analizadas y discutidas en grupo, donde cada estudiante (o grupo de ellos) sustente el porqué de lo realizado.

Es aconsejable que el estudiante (o grupo de ellos) presente un corto escrito original sobre cada una de las principales actividades desarrolladas, el cual puede ir acompañado de ilustraciones (ojalá también originales), esto incentiva las habilidades de redacción y las aptitudes artísticas. Dichos trabajos pueden ser la base para el periódico mural mencionado; donde sea posible también pueden ser insumos para el sitio web del plantel.

III. LA FICHA

Como una forma de implementar lo anterior, se propone en la Cartilla un modelo de ficha que se espera sea una herramienta didáctica útil que facilite y complemente la labor del docente. La “transversalidad” de la propuesta, es decir, la integración de manera transversal de la temática expuesta a buena parte de las asignaturas del programa escolar, se debe reflejar en la ficha, la cual podrá desarrollarse dentro de casi cualquier asignatura. Por ello los contenidos propuestos son generales y las actividades básicas contempladas están al alcance de la mayoría de centros educativos. En la ficha, que se considera algo muy operativo, se hará referencia a los temas tratados y expuestos en las secciones anteriores de la Cartilla.

A continuación se expone el esquema general y los objetivos de la ficha:

•**Temática:** Definir claramente la temática específica a estudiar, y enunciar las diferentes asignaturas que pueden estar involucradas en el desarrollo de esta, aunque

Energías renovables: una propuesta para su enseñanza pertenezcan a distintos niveles educativos. Varias asignaturas pueden tener una cobertura amplia y general en todas las temáticas a abordar, tal es el caso de las matemáticas, donde cálculos, gráficas, ejercicios y otras actividades propias de esta ciencia se pueden realizar sobre ejemplos concretos relacionados con el tema propuesto en la ficha. Algo similar se presenta con la lengua castellana donde es posible realizar ejercicios de comprensión de lectura, redacción y análisis lingüístico de escritos o artículos sobre cada tema específico, lo propio ocurre con el idioma o idiomas extranjeros que se estudien en el plantel.

•**Enfoques desde las diferentes disciplinas:** Orientar las posibles actividades desde cada una de las asignaturas definidas en el párrafo anterior. En la medida de lo posible plantear reuniones entre los profesores de las diferentes asignaturas involucradas, para coordinar las actividades propuestas. Para cada actividad propuesta se sugiere tener en cuenta tres aspectos básicos: la novedad de las ER y afines que se aporta, y en qué contenidos específicos de cada asignatura; qué resultados de aprendizaje se pretende que alcancen los alumnos con dicha actividad y cómo evaluar los mismos; y finalmente, qué actitudes de los alumnos se desean reforzar en relación con las ER.

•**Hacerlo en clase:** Se indicarán las actividades prácticas (generalmente construcción de prototipos de bajo costo, y experimentos de laboratorio) que puedan desarrollarse en cada clase (en una o varias asignaturas), lo cual dependerá en buena medida de las posibilidades e infraestructura del colegio. La actividad podrá iniciarse en una clase concreta y continuarse como un trabajo extraclase que puede abarcar varias asignaturas. Respecto a las prácticas de laboratorio es de anotar que para efectos de la ficha pueden considerarse de dos tipos, aquellas que son “propias” de cada asignatura, en las que se desarrollan conceptos específicos de alguna materia que están relacionados con las ER y temas afines, y aquellas relacionadas directamente con la ER y temas afines. Por cuestiones fundamentalmente de tiempo, estas últimas se pueden programar como actividades extraclase o complementarias.

•**Ejercicios:** Proponer ejercicios de acuerdo a la metodología expresada anteriormente.

•**Lecturas complementarias:** Se sugiere recomendar lecturas complementarias para cada tema, las cuales podrán ser artículos de revistas divulgativas o científicas, escritos de los profesores de las asignaturas, extractos de libros, revistas, periódicos, etc. También, cuando sea posible, se recomendarán (o proyectarán) películas, programas para computador, y demás material audiovisual. Se recomienda incentivar las lecturas sobre aquello que se puede hacer concretamente a nivel de cada estudiante en su entorno, para mejorar el impacto ambiental y contribuir al ahorro y no despilfarro de energía. La idea general es que se pueda realizar posteriormente algún tipo de trabajo sobre esas lecturas y actividades complementarias.

•**Bibliografía:** Aunque en la cartilla se cita cierta cantidad de bibliografía, será el docente quien conociendo las condiciones propias de su entorno (económicas, sociales y tecnológicas), de su plantel y de sus estudiantes escoja, revise y recomiende la bibliografía (no solo libros,

artículos, sitios web, sino todo tipo de material como recortes de prensa, películas, documentales, etc.) más acorde a los objetivos generales propuestos al definir cada temática.

A. Ejemplo de ficha

A manera de ejemplo, se presentan los aspectos básicos que podría tener una de las fichas propuestas y desarrolladas en la Cartilla, sobre la energía eólica. Inicialmente la ficha remite al lector a los aspectos fundamentales sobre esta temática, tratados al inicio de la Cartilla, haciendo énfasis en que este, como los demás temas, debe abordarse de manera integrada desde diversas asignaturas como biología, química, física, geografía, historia, y ciencia, tecnología y sociedad, entre otras.

Desde la biología se sugiere abordar temas como: algunos efectos de los vientos (fenómenos de “El Niño” y “La Niña”), erosión, la salud y el aire. La química podría tratar el aire y sus componentes, la calidad del mismo, la contaminación atmosférica y el problema del ozono. La física estudiaría los gases, la presión atmosférica, el efecto de Coriolis, la velocidad y dirección de los vientos, los indicadores físicos de calidad del aire, y nociones elementales de meteorología. En la asignatura ciencia, tecnología y sociedad (o similar) se podría hacer una breve introducción a las turbinas, a las palas de los aerogeneradores, soluciones a la contaminación atmosférica, aplicaciones de la energía eólica en diferentes actividades humanas (rosa de los vientos, molinos de viento, etc.).

Las asignaturas de sociales (geografía e historia), también pueden aportar con el estudio de la atmósfera, los vientos (su clasificación, etc.), la humedad y temperatura en diferentes sitios de la Tierra (ciclones, tornados, huracanes, etc.) y su influencia en el clima. Ubicar históricamente descubrimientos (leyes) y aplicaciones de los principios básicos de la energía eólica (rosa de los vientos, molinos de viento, veletas, etc.). Personajes que han desempeñado algún papel relevante dentro de la temática, su contexto y situaciones históricas.

En Lengua Castellana (e idioma extranjero) se propone la redacción y análisis lingüístico de artículos sobre la temática mencionada.

En *Hacerlo en clase* se sugieren (y explican) varios dispositivos sencillos de bajo costo, se presenta su diseño básico y se muestra cómo construirlos; por ejemplo una manga de viento o un aerogenerador simple. Además se plantean algunas actividades a realizar con dichos dispositivos.

Como en casi todas las fichas, se sugiere realizar visitas a sitios cercanos (universidades, plantas, laboratorios, etc.), donde existan en funcionamiento dispositivos relacionados con la temática seleccionada, en este caso relacionados con la energía eólica. También serían instructivas visitas a estaciones o centros de meteorología.

Algunas de las prácticas propuestas son: erosión y vegetación, ciclo del carbono (biología); experimentos diversos con los componentes del aire, procesos químicos

que producen emisión de gases y partículas contaminantes, mediciones de acidez del agua (química); leyes de los gases, convección natural y forzada, túnel de viento, rozamiento, medición de vientos (física).

Finalmente se sugieren lecturas complementarias algunas de ellas relacionadas con la contaminación del aire y la erosión debida a los vientos. Se enuncia bibliografía complementaria tanto sobre aspectos teóricos, como sobre experimentos y construcción de dispositivos.

IV. CONCLUSIONES

Basados en lo expuesto se puede concluir que la propuesta, concretada en la Cartilla:

- Presenta un enfoque interdisciplinar y cooperativo como guía para el docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Energías Renovables y temas relacionados, en la educación media.
- Puede emplearse en cualquier institución educativa, sin ceñirse a un plan curricular específico.
- Puede abordarse en cualquier orden, dependiendo de las características y necesidades de cada institución, y no requiere ser implementada en su totalidad.
- Su desarrollo no implica el aumento de horas en las diferentes asignaturas, aunque sugiere la creación de grupos de interés para complementar las temáticas.
- Incentiva la construcción de dispositivos de bajo costo, fomentando el desarrollo de habilidades manuales del estudiante dentro de un ambiente de formulación y desarrollo de proyectos.
- Involucra el entorno del estudiante, analizando situaciones cotidianas y desarrollando prácticas que difieren de aquellas –tipo “receta”– en las cuales el estudiante se limita a seguir unas guías preestablecidas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá y a la Universidad de Burgos por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Boyle, G., *Renewable Energy. Power for a Sustainable Future*, 2d. Ed. (Oxford, New York, 2004).
- [2] Gutiérrez, C. y Gutiérrez, C., *La actuación frente al cambio climático: guía para un consumo sostenible*, (Universidad de Murcia, Murcia, 2009).
- [3] Heras, M., *Fuentes de energía para el futuro*, (Ministerio de Educación, Madrid, 2008).
- [4] Menéndez, E. y Miguélez, F., (Eds.) *Energía y sostenibilidad, incidencia en el medio marino*, (Netbiblo, A Coruña, 2003).
- [5] Rodríguez, J., *Energía*, (Editolaser, Bogotá, s.f.).

- [6] García, P., *Nuevas energías*, Revista Española de Física **27**, 1, 34-40 (2013).
- [7] Valdés, R., Rodríguez, L., Tricio, V. y Lucio, J., *Nociones elementales y problemas docentes sobre la producción y utilización de hidrógeno electrolítico obtenido mediante fuentes renovables de energía*, Lat. Am. J. Phys. Educ. (en prensa).
- [8] Mendoza, J., Fernández, M. y Arrastía, M. (Coords.), *Educación Enerxética e Desenvolvemento Sostible*.

Energías renovables: una propuesta para su enseñanza (Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2007).

- [9] Macedo, B. y Salgado, C. *Educación ambiental y educación para el desarrollo sostenible en América Latina*. <www.ehu.es/cdsea/web/revista/numero_1/01_03macedo.pdf>, Consultado el 20 de diciembre de 2013.
- [10] Arias Ávila, N. y Tricio Gómez, V., *Cartilla para la Enseñanza de las Energías Renovables*, (Universidad de Burgos, Burgos, 2012), pp. 9-10.