

Propuesta de contenidos científicos sobre biomasa en el contexto de un proyecto multidisciplinar de energías renovables

Proposal of scientific content on biomass in the context of a multidisciplinary renewable energy project

DOI: 10.46932/sfjdv3n2-101

Received in: February 15th, 2022

Accepted in: March 1st, 2022

Nelson Arias Ávila

Ph.D. en Física y Matemáticas

Institución: Licenciatura en Física, Universidad Distrital

Dirección: Carrera 3 No. 26A - 40, Bogotá, Colombia

Correo electrónico: narav2@gmail.com

Verónica Tricio Gómez

PhD en Ciencias Físicas

Institución: Departamento de Física, Universidad de Burgos

Dirección: Facultad de Ciencias, Plaza Misael Bañuelos, Burgos, España

Correo electrónico: vtricio@ubu.es

RESUMEN

Modificar el modelo energético existente, basado en combustibles fósiles, se ha hecho una necesidad incuestionable; en ese proceso las energías renovables (ER) jugarán un papel fundamental. Dicho proceso implica un cambio de mentalidad y a la educación le corresponde una parte esencial e insustituible en dicho cambio. Dada la importancia de enseñar ER y temas relacionados, se formuló el PROCOLER (Proyecto Colaborativo en Energías Renovables). Se presenta una propuesta sobre la biomasa, uno de los tópicos que integran el proyecto, a partir de la experiencia obtenida a nivel universitario. Se propone su implementación en secundaria siguiendo la metodología del PROCOLER, que integra transversalmente asignaturas propias de ese nivel.

Palabras clave: energías renovables, biomasa, enseñanza-aprendizaje, proyecto multidisciplinar, educación básica y media.

ABSTRACT

Modify the existing energy model based on fossil fuels, it has become an absolute necessity; in that process the Renewable Energy (RE) will play a key role. This process involves a change of mentality, to education corresponds an essential and irreplaceable part in this change. Given the importance of teaching RE and related topics, the PROCOLER (Collaborative Project in Renewable Energy) was formulated. A proposal on biomass, one of the topics that make up the Project, from the experience gained at the university level is presented. Its implementation is proposed in secondary, following the methodology of PROCOLER, that integrates transversely own subjects that level.

Keywords: renewable energy, biomass, teaching and learning, multidisciplinary project, primary and secondary education.

1 INTRODUCCIÓN

Son varios los grupos y proyectos educativos que, por diversos métodos, buscan propiciar la sostenibilidad del medio ambiente. En todos los proyectos y trabajos es habitual destacar la importancia de informar y educar a profesores¹, estudiantes y sus familias para que entiendan la necesidad y el potencial de aplicar medidas de eficiencia energética y energías renovables (ER) en sus hogares, y propiciar cambios en los hábitos de consumo de energía².

Modificar el modelo energético existente que sustituya al actual esquema insostenible de producción de energía basado en combustibles fósiles se ha hecho una necesidad incuestionable ante el reto del desarrollo sostenible³. En ese proceso de sustitución de los combustibles fósiles, las energías renovables jugarán un papel fundamental⁴. Dicho proceso implica la necesidad de un cambio en la mentalidad de las personas, y a la educación le corresponde una parte esencial e insustituible en dicho cambio, dado que es el medio más adecuado para la adquisición de la cultura científica básica indispensable en el mundo de hoy⁵.

De entre los diferentes tópicos referentes a las Energías Renovables y temas relacionados que integran el proyecto PROCOLER (Proyecto Colaborativo en Energías Renovables), en este trabajo, se presenta una propuesta para el aprendizaje de la energía de la biomasa.

La energía de la biomasa es una de las temáticas de las energías renovables sustitutivas de los combustibles fósiles de gran interés, tanto para estudiantes universitarios y de secundaria como para la formación de profesores. Puede decirse además que es una de las energías renovables más desconocidas por la población en general⁶ y por muchos estudiantes, a pesar de ser la más tradicional, de enorme desarrollo tecnológico, y con cierto éxito en varios países. En esta temática la educación ambiental⁷ también juega un papel clave; su enseñanza debe ayudar a que los estudiantes adquieran no solo conocimientos científicos, sino que además se sensibilicen ante la necesidad del desarrollo de las energías renovables y los usos energéticos responsables. La biomasa se presta para ser abordada en todos los

¹ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), *Cartilla para la enseñanza de las energías renovables*. Burgos, Servicio de Publicaciones Universidad de Burgos, p. 50-57.

² Cartilla educación energética. (2006), [en línea], disponible en: www.managenergy.net/download/education2005/05-0001-ES.pdf, [consultado el 15/02/2016].

³ VILCHES, A., GIL, D., TOSCANO, J. Y MACÍAS, O. (2009), Cambio climático: una innegable y preocupante realidad *OEI*, [en línea], disponible en: <http://www.oei.es/decada/accion17.htm>, [consultado el 18/02/2016].

⁴ JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. (2008), *Cuadernos de Medio Ambiente*. Valladolid, Talleres Gráficos Soler, 38p.

⁵ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2015), Propuesta multidisciplinar y cooperativa: Energías renovables en Secundaria. En *Actas del III Congreso de Docentes de Ciencias de la Naturaleza*, Madrid, González Montero de Espinosa, M., Baratas Díaz, A. y Brandi Fernández, A. (Editores), pp. 35-41.

⁶ PEDROCHE, A. (2010), Biomasa: que es la biomasa. [en línea], disponible en: www.economiadelaenergia.com/2010/11/biomasa-que-es-la-biomasa/, [consultado el 18/02/2016].

⁷ UNESCO, Manual de educación ambiental (s.f.), [en línea], disponible en: www.unescoetxea.org/ext/manual/html/portada.html, [consultado el 22/02/2016].

niveles de educación^{8,9}, este trabajo se centra en el nivel básico y secundario. La energía de la biomasa (materia orgánica), se puede usar directamente como combustible, o convertida en biogás o biodiesel; se considera una energía cuya combustión produce contaminación y por lo tanto no es limpia.

Se tomará como referente la experiencia docente obtenida de los contenidos científicos y actividades formativas en el nivel universitario y se propone implementarla en la secundaria siguiendo la metodología presentada en el proyecto citado, que permite integrar transversalmente buena parte de las asignaturas propias de los niveles básico y medio de educación.

2 EXPERIENCIA DE LA TEMÁTICA EN EL NIVEL UNIVERSITARIO

Se concreta este apartado en la experiencia adquirida en dos de las asignaturas que se ofrecen en las universidades de Burgos y Distrital de Bogotá: una es Energías Alternativas (EA), en la Licenciatura en Física de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC) de Bogotá, Colombia; la segunda es Energías Renovables (ER), en el Grado de Química de la Universidad de Burgos (UBU), España. En ambas, la biomasa forma parte de las dos materias de estudio¹⁰.

En la asignatura electiva EA se plantea como objetivo general crear las condiciones para que el futuro profesional de la Licenciatura en Física tenga la capacidad de visualizar los diversos contaminantes producto de la utilización de los variados recursos energéticos, y gestionar por el uso de aquellos recursos energéticos que estén acordes con un desarrollo sostenible y sustentable con su entorno natural. Son dos los objetivos específicos referidos a la biomasa: Abordar el estudio de las diversas aplicaciones de la biomasa a sistemas energéticos utilizados generalmente en el área rural y algunas industrias alimenticias. Estudiar instalaciones de producción de biogás a baja, media y gran escala. Las principales actividades que se plantean y evalúan en dicha asignatura son: informes de prácticas, informe de actividades propuestas a lo largo del curso, exposiciones de orden temático, trabajo de campo con su respectivo informe escrito, parciales escritos. En varios años se ha planteado, desde el inicio del curso, la realización de un trabajo individual (tipo proyecto), que debe ser no solo presentado en forma de artículo, sino sustentado. El trabajo puede ser de orden teórico o experimental y obviamente debe estar relacionado con las energías renovables.

⁸ TRICIO GÓMEZ, V., VILORIA RAYMUNDO, R. Y ARIAS ÁVILA, N. (2013), Propuesta para la enseñanza de la biomasa. Una temática en educación de energías renovables. En *Proceedings of 7th WEEC*, pp. 769-780, [en línea], disponible en <http://www.fm6e.org/bilanweec-2013/files/Niche9.pdf>, [consultado el 25/06/2016]

⁹ SEBASTIÁN, F., GARCÍA, D. y REZEAAU, A. (Eds.) (2010), *Energía de la biomasa*. Zaragoza, Prensas universitarias de Zaragoza, 557 p.

¹⁰ TRICIO GÓMEZ, V., ARIAS ÁVILA, N. y VILORIA RAYMUNDO, R. *La Biomasa: experiencia docente en energías renovables*. Séptimo Congreso Mundial de Educación Ambiental (WEEC 2013), Marrakech (Marruecos), Fecha: 9-14 de junio 2013.

Energías Renovables (ER) es una materia optativa y presencial, de carácter teórico-experimental, que se imparte en el 7º semestre del Grado de Química. Destacamos los siguientes objetivos docentes generales que se plantean en este programa: Saber describir los fundamentos científicos de las diversas fuentes de ER. Comprender los métodos de conversión, utilización y aplicaciones actuales de las energías. Generar en los estudiantes la capacidad de valorar la importancia de las energías sostenibles en el contexto industrial, económico, medioambiental y social. Conocer y comparar las consecuencias y efectos sobre el medio ambiente de la utilización de las distintas energías, procurando el máximo aprovechamiento de los recursos naturales y la mínima generación de contaminantes. Comprender la necesidad de utilizar las energías con criterios de sostenibilidad.

La metodología de enseñanza-aprendizaje que se utiliza en ER y EA es muy similar. Además de clases expositivas y clases prácticas y seminarios las principales actividades formativas comunes en ambas son la realización de trabajos e informes, exposiciones orales, tutorías y evaluación. Los contenidos formativos de la biomasa en las dos asignaturas descritas anteriormente, se muestran en la tabla 1, de elaboración propia^{11,12}.

Tabla 1. Biomasa en las asignaturas EA y ER.	
Unidad	Bloque de contenidos
Asignatura Energías Alternativas (EA).	
5. Biomasa	5.1 Conceptos generales. 5.2 Estudio general de las aplicaciones de la biomasa. 5.3 Repercusiones ambientales de la biomasa. 5.4 Biomasa y acción comunitaria.
8. Trabajo práctico	Birreactores anaerobios I. Birreactores anaerobios II.
Asignatura Energías Renovables (ER).	
3. Las energías renovables 3.7 Biomasa	3.7.1 Origen y concepto de biomasa. Contribución de la biomasa al consumo de energía primaria. 3.7.2 Aprovechamiento energético de la biomasa. Combustión. 3.7.3 Los cultivos energéticos. Biocombustibles. 3.7.4 Digestión anaerobia. 3.7.5 Pirólisis y gasificación. 3.7.6 Impactos medioambientales del uso de la biomasa.
4. Efectos medioambientales	Contaminación y ecosistemas. Efectos ambientales de las distintas energías.
5. Las experiencias	Experiencias y prácticas.

Mediante actividades teóricas y prácticas se promueve una metodología activa y la capacitación de los alumnos en algunas competencias (aprendizaje autónomo y colectivo, gestión de la información, sensibilidad hacia temas medioambientales, capacidad de síntesis y comunicación oral). Se centra la

¹¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas (s.f.), Contenidos programáticos de la Licenciatura en Física.

¹² TRICIO GÓMEZ, V. y VILORIA RAYMUNDO, R. (2012), Guía Docente de la asignatura Energías Renovables, Universidad de Burgos (UBU).

atención en las actividades formativas desarrolladas como investigación orientada¹³, para las que se ha preparado un conjunto de materiales didácticos interactivos sobre contenidos de la biomasa. Las actividades de investigación orientada (AIO) y su metodología docente se presentan a los alumnos al comienzo del curso, informando previamente el número de horas presenciales y de trabajo autónomo.

En la tabla 2 de elaboración propia, se muestran algunas de las actividades formativas realizadas, que incluyen visitas y proyectos, seleccionados de los cursos recientemente dictados. Cada actividad fundamentada en la investigación orientada (IO) incluye varios apartados generales que se han de cumplimentar y evaluar, entre los que cabe resaltar: objetivos formativos, fuentes documentales, introducción al tema seleccionado, metodología a seguir en la actividad, equipos, registro y tratamiento de datos experimentales, conclusiones y valoración de la actividad realizada en relación con los objetivos.

Tipo de Actividad	Título
Proyecto teórico	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías y procesos para la producción de biodiesel a partir de biomasa. • Biomasa: origen y energía de la biomasa. • Cultivos energéticos como fuentes de biomasa. • Biocombustibles de segunda generación.
Proyecto experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Herramienta web de cálculo de recursos de biomasa. • La biomasa en España (y en Castilla y León). • Desarrollo de la biomasa en otros países.
Proyecto aplicado	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento energético de la biomasa forestal. • Evolución de la producción de biodiesel.
Visita programada	<ul style="list-style-type: none"> • Visita a Biocom Pisuerga (Castrojeriz). • Visita a planta de pellets en Castilla y León.
Proyecto semiexperimental	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de las plantas pellets a partir de mapas (Mapa de las plantas de pellets en España. Elaborado por AVEBIOM).

La experiencia de esta metodología ha resultado satisfactoria. Las AIO han incorporado una serie de tareas que han sido desarrolladas tanto en el aula o laboratorio como fuera de ellos, promoviendo iniciativas individuales y colectivas, en las que el profesor ha actuado como guía durante el seguimiento de las entregas intermedias. Como resultado de su aprendizaje, el estudiante debe elaborar una memoria escrita y realizar una presentación oral, que es evaluada por el profesor y también valorada por los demás estudiantes del curso. En la encuesta de satisfacción, los estudiantes han mostrado una alta valoración a estas actividades dentro de la temática de la biomasa en las asignaturas mencionadas EA y ER. Ello invita a mantener, adecuar y mejorar esta manera de proceder e implementarla en cursos de los niveles básico y medio de educación.

¹³ SANDOVAL, M. y MORA, C. (2011), La Investigación orientada en el nivel superior para la enseñanza del campo eléctrico. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 5(3), pp. 590-596.

3 IMPLEMENTACIÓN DE LA TEMÁTICA EN EL CONTEXTO DEL PROYECTO PROCOLER

Partiendo de la importancia de enseñar energías renovables y temas relacionados, particularmente en los niveles básico y medio de educación, las universidades Distrital de Bogotá (UDFJC) y de Burgos (UBU), dentro de un Convenio interinstitucional, han formulado el PROCOLER (Proyecto Colaborativo en Energías Renovables)¹⁴. La intención principal de dicho proyecto 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-aprendizaje de las ER y de algunos temas relacionados y fomente la cooperación entre educadores. El proyecto se fundamenta en el libro: *Cartilla para la enseñanza de las Energías Renovables (CEER)* publicado en la UBU¹⁵.

El objetivo general es evaluar las temáticas, estructura y metodologías propuestas en la CEER, por medio de su implementación, en colegios de Bogotá y Burgos. Los objetivos específicos planteados en el citado proyecto son: Revisar los planes curriculares de dichos colegios, en lo referente a las ER y temas afines. Implementar la metodología planteada en la CEER, que involucra la mayoría de las asignaturas, de manera transversal. Elaborar materiales, por parte de los integrantes de los colegios. Crear y mantener un sitio web centrado en la enseñanza y difusión de las ER y temas relacionados en los niveles básico y medio de educación. Vincular a estudiantes de pregrado y posgrado (Maestría) al proyecto. Revisar y actualizar la CEER, de acuerdo a los resultados de proyecto. Posibilitar la ampliación del proyecto a otras ciudades.

En los apartados que siguen se describen sucintamente algunos de los componentes de la estructura general de la CEER: resumen científico-técnico, actividades y fichas relacionados con la biomasa.

3.1 RESUMEN CIENTÍFICO-TÉCNICO

Se sugiere que el profesor presente, de acuerdo a las particularidades y niveles del grupo de alumnos, las generalidades y las características de esta fuente de energía, a modo de un resumen científico-técnico sobre la temática, siguiendo la orientación didáctica ya explicada por los autores¹⁶. Si bien existen diversas definiciones de biomasa, desde el punto de vista energético se considera que es cualquier materia orgánica obtenida en un proceso biológico. Esta materia prima vegetal o residual utilizable con fines energéticos, se suele clasificar en “biomasa tradicional” (leña, paja...) y “biomasa moderna” (cultivos

¹⁴ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2015), Enseñando energías renovables con un proyecto colaborativo. En *Libro de Resúmenes de XXXV Biental de Física, Simposio 25º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física*, Editorial RSEF, pp. 560-561.

¹⁵ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), *Cartilla para la enseñanza de las energías renovables*. Burgos, Servicio de Publicaciones Universidad de Burgos, 148 p. Información [en línea], disponible en: www.e-libro.net/libros/libro.aspx?idlibro=12741, [consultado el 15/02/2016].

¹⁶ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), p. 54.

energéticos, biocombustibles, biogás...). El valor energético de la biomasa proviene del sol a través del proceso de fotosíntesis, que consiste en la conversión de materia inorgánica en orgánica mediante la energía de la luz solar, dando como resultado el almacenamiento de energía en plantas y animales (que se alimentan de plantas u otros animales), o en los desechos que estos producen. Fotosíntesis es un término casi exclusivo del ámbito de la Biología, de manera más general se habla de conversión fotobiológica. Entre los tipos de biomasa se pueden destacar: residuos forestales (madera, resinas...) residuos agrícola herbáceos y leñosos (paja, cañote...) residuos de industrias forestales y agrícolas (aserrín, huesos, cáscaras...) cultivos energéticos de especies vegetales destinados a ello y, finalmente, otros tipos de biomasa como la materia orgánica de la basura doméstica.

Este “sector” energético presenta la característica de la heterogeneidad tanto en el origen de la biomasa como en su forma de aprovechamiento, es posible encontrar desde pequeñas estufas domésticas hasta centrales térmicas (incluyendo las que generan electricidad), plantas productoras de biodiesel y bioetanol, y plantas de biogás de diversos tamaños y para diferentes usos¹⁷. Aunque no existe una clasificación unificada de estos recursos habitualmente se dividen en tres grupos: sólidos, líquidos y gaseosos. Al tercer grupo pertenece el biogás, producido en biodigestores, el cual se obtiene por medio de la llamada digestión anaeróbica (o pirólisis) de residuos orgánicos (estiércol, orina, aguas residuales, etc.), este proceso consiste en la descomposición de los residuos por medio de microorganismos sin presencia de oxígeno, obteniéndose diversos gases de los cuales el principal es el metano.

En los contenidos de la biomasa, es pertinente informar de su impacto medioambiental en el que las opiniones son diversas:

Por una parte se considera que el CO₂ producido en los procesos de aprovechamiento, como por ejemplo la combustión, “simplemente” restituye a la atmosfera el absorbido durante el crecimiento de la planta, manteniendo su cantidad constante, siempre y cuando se haga de manera sostenible, es decir, si se mantiene la “capacidad de carga” del territorio, o dicho de otra forma, si existe un equilibrio dinámico entre la biomasa empleada para la producción de energía y su reposición.

Pero en los procesos industriales no es fácil lograr dicho equilibrio; además es necesario tener en cuenta las emisiones, producto del –por ahora– inevitable uso de otras fuentes energéticas indispensables para la obtención de la biomasa (producción y empleo de maquinaria agrícola, fertilizantes, transporte, etc.).

¹⁷ Instituto de Investigaciones Tecnológicas (s.f.), *Plantas de Biogás. Diseño, construcción y operación*. Bogotá, Editora Guadalupe, 94 p.

3.2 ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA BIOMASA

Con el objeto de orientar al docente en diferentes actividades y metodologías, este trabajo se centra en el aprendizaje por medio de “proyectos” que pueden ser desarrollados en el aula de clase, pero también fuera de ella, tratando de motivar al estudiante y animando su participación directa¹⁸. Dentro de estos 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 la biomasa para su funcionamiento. Para la biomasa se ha preferido la información virtual; son varios los sitios Web en que se ilustra paso a paso cómo plantear y desarrollar experimentos sencillos y cómo construir diversos “dispositivos” de bajo costo; el profesor puede presentar a manera de ilustración el resumen de algunos de dichos procedimientos (con pequeñas modificaciones en ciertos casos), y las referencias generales de donde fueron tomados para que se pueda ampliar esta información.

3.2.1 Construcción de dispositivos

Con esta actividad se brinda al estudiante un espacio donde pueda afianzar sus conocimientos previos y adquirir algunos nuevos, a partir del análisis de los procesos de construcción de diferentes dispositivos (así como de experimentos con ellos), involucrando los fundamentos teóricos estudiados en las diferentes asignaturas, y las lecturas complementarias sugeridas por el profesor.

Según lo dicho, el estudiante (o grupo de estudiantes) deberá no solamente construir el dispositivo en cuestión, sino desarrollar con él ciertas mediciones (cuando ello sea posible), y hacer los análisis, cometarios y demás actividades que previamente se hayan planteado. Por ejemplo, se puede proponer la construcción de un biodigestor. Son varios los diseños y procedimientos que se encuentran para la construcción de dispositivos de bajo costo. Los pasos principales a seguir se pueden encontrar en¹⁹, en donde, además de otras referencias Web, también se encuentran algunas recomendaciones relativas a la calidad de mezcla y a la seguridad en el control del gas metano producido.

3.2.2 Laboratorios

Otra de las actividades de carácter práctico que puede desarrollarse dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la biomasa y temas relacionados es la referente a sesiones de laboratorio, experimentos en general, así como actividades que pueden desarrollarse empleando los dispositivos caseros propuestos en el apartado anterior²⁰. Para facilitar su descripción todas se han denominado con el nombre genérico de *laboratorios*, aunque pueden ser diferentes sus particularidades y alcance. Será

¹⁸ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), p. 67.

¹⁹ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), p. 83.

²⁰ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), p. 97.

creatividad del docente en cada situación particular formular los objetivos iniciales para que el estudiante (o grupo de ellos) plantee un “proyecto” concreto a desarrollar en cada caso.

Para cada laboratorio se proponen, a manera de sugerencia, ciertos pasos en forma de preguntas generales, en este caso para las actividades de laboratorio relacionadas con el dispositivo casero del biodigestor. También pueden estar relacionadas con otros contenidos, por ejemplo la fotosíntesis²¹.

¿Qué se busca? Describir el funcionamiento básico del dispositivo construido (biodigestor) y realizar algunas experiencias de carácter cualitativo.

Materiales básicos. Los detallados para la construcción del biodigestor, con las diferentes variantes de acuerdo a las posibilidades de cada grupo en concreto. Además de instrumentos de medición de diversas magnitudes físicas como temperatura, masa, volumen, y a ser posible presión.

¿Qué hacer? Dependerá de las posibilidades y los materiales que cada alumno, grupo o institución puedan conseguir, y del nivel de los estudiantes en cada caso concreto. Una de las cosas que puede hacerse es construir varios tipos de biodigestores, con diferentes materiales y observar las similitudes y diferencias en su funcionamiento.

¿Qué y cómo medir? Son varias las cosas que se pueden hacer, pero dependerá de los instrumentos de medición que estén disponibles.

Para los cálculos. Si se tienen algunos elementos para realizar mediciones es posible hacer algunos sencillos cálculos numéricos, de lo contrario la práctica será fundamentalmente cualitativa.

Algunas prácticas que se pueden proponer son: fotosíntesis, nutrientes en los suelos, efectos de los fertilizantes en los suelos, la cadena trófica (Biología); obtención de metano, componentes químicos nocivos de los suelos, ósmosis, componentes orgánicos e inorgánicos de los residuos sólidos (Química). Experimentos diversos con longitudes de onda, absorción de la luz, fenómenos de difusión, energía de la luz (Física).

3.3 FICHAS

Se ha mencionado que la idea preponderante es la necesidad de un enfoque multidisciplinar y transversal que, entre otras cosas, permita a los estudiantes comprender más completa e integradamente las bases conceptuales de la energía de la biomasa y su uso, desde la óptica de las diferentes asignaturas.

Como una forma de implementar las actividades mencionadas en los numerales 1 y 2, se propone un modelo de ficha que se espera sea una herramienta útil que facilite y complemente la labor del docente en la enseñanza de la biomasa. Obviamente es un material que se deberá adaptar a los diferentes niveles, y a las condiciones propias de cada centro educativo. La ficha podrá desarrollarse dentro de casi cualquier

²¹ SOTO HERNÁNDEZ, M. Práctica de laboratorio La Fotosíntesis, [en línea], disponible en: <http://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n1/p1.html>, [consultado el 5/02/2016].

asignatura. Por ello los contenidos propuestos son generales y las actividades básicas contempladas están al alcance de la mayoría de centros docentes.

La ficha es una propuesta básica para el docente (o grupo de docentes), quien deberá, entre otras cosas, actualizar la bibliografía con materiales de fácil consecución por parte de los alumnos. El esquema general de la ficha²² para la biomasa está descrito en la CEER, también los tópicos siguientes: *Temática, Enfoques desde diferentes disciplinas, Hacerlo en clase y Lecturas complementarias*. Un listado de asignaturas con los principales conceptos necesarios para el entendimiento de la temática biomasa se muestra en la tabla 3, de elaboración propia.

Tabla 3. Asignaturas y principales conceptos.
<ul style="list-style-type: none"> Química. – reacciones químicas, combustión, obtención de gases, reacciones anaeróbicas, carbón, CO₂, metano, contaminación química de los suelos, biogás.
<ul style="list-style-type: none"> Ciencia, Tecnología y Sociedad. – evolución de las sociedades, tecnologías agrícolas, globalización de la producción de alimentos, alimentos transgénicos. Aplicaciones industriales de la Biología, el problema de los residuos y sus posibles soluciones, calderas de biomasa, la huella ecológica como indicador ambiental, potencial en biomasa de residuos agrícolas y forestales.
<ul style="list-style-type: none"> Lengua castellana/idioma extranjero. – redacción y análisis lingüístico de artículos sobre la temática biomasa.
<ul style="list-style-type: none"> Ubicar históricamente descubrimientos (leyes), y aplicaciones de los principios que “rigen” el empleo de la biomasa. Personajes, contexto y situaciones históricas.
<ul style="list-style-type: none"> Biología. – Plantas, fotosíntesis, ecosistema, biocombustible, ciclo del carbono, producción biológica de metano, recursos agrícolas y forestales.
<ul style="list-style-type: none"> Geografía e Historia – clima, vegetación, relieve, el suelo como recurso.
<ul style="list-style-type: none"> Física. – energía, calor, temperatura, gases, Sol, radiación solar, luz, electricidad, temperatura de la superficie terrestre, central termoeléctrica con biomasa.

En la medida de lo posible se sugiere realizar reuniones entre los profesores de las diferentes asignaturas involucradas en la temática biomasa, para coordinar todas las actividades propuestas.

4 ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO PROCOLER

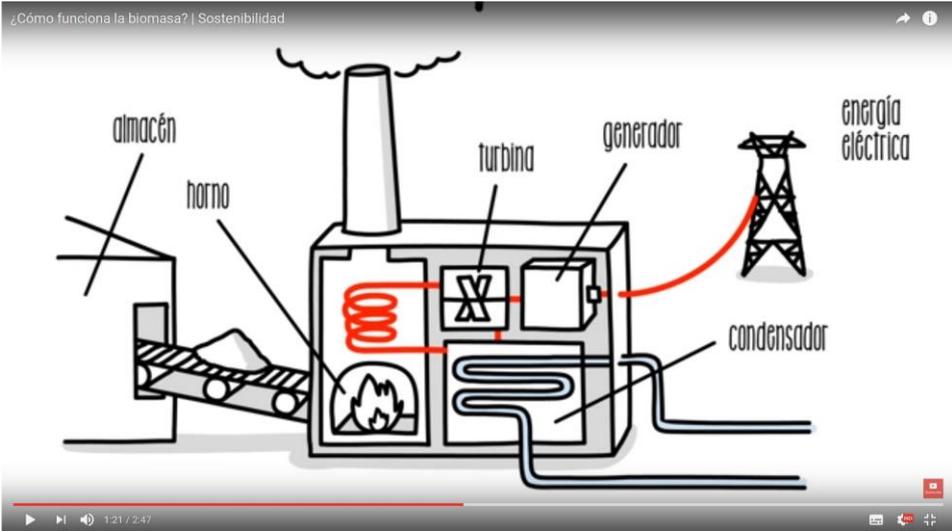
El PROCOLER se está implementando en algunos colegios de Bogotá y de Burgos, en niveles básico y medio de enseñanza (Secundaria), con un número variable de participantes, y metodología investigación-acción, con diferentes actividades desarrolladas en la temática de biomasa²³.

Se han realizado talleres y presentaciones sobre biomasa con los alumnos (secado del combustible, compost) (ver la tabla 4 donde se muestran algunos de ellos) y se han elaborado materiales didácticos en la temática mencionada (ver la tabla 5 donde se muestran algunos de ellos).

²² ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), p. 123.

²³ TRICIO GÓMEZ, V. y ARIAS ÁVILA, N. (2016), *Proyecto Colaborativo en Energías Renovables – PROCOLER. Presentación y resultados iniciales de esta propuesta en educación científica*. IX Congreso Internacional de Didácticas de las Ciencias y XIV Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física, La Habana, 28-31, III.

En particular en el colegio Marco Antonio Carreño Silva (Bogotá), bajo la orientación de una de las docentes y la participación de dos alumnas graduandas, se han desarrollado diferentes actividades con estudiantes de grado noveno²⁴. Algo similar se ha realizado en el Colegio San Pedro y San Felices (Burgos) bajo la orientación de una de sus docentes.

<p>Tabla 4. Presentaciones y talleres con los alumnos.</p>
<p>¿CÓMO FUNCIONA?</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Central eléctrica de biomasa (presentación del profesor en ppt tomando como fuente algunos vídeos didácticos²⁵).  <p>¿Cómo funciona la biomasa? Sostenibilidad</p>
<p>TALLERES ALUMNOS</p>
<p>Secado de combustibles (con la participación activa de los estudiantes).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Objetivo: Reducir el contenido de humedad en el combustible para mejorar la eficiencia de la combustión. • Metodología: Aprendizaje activo, en grupo (4-6 alumnos). Los grupos de trabajo aportan los materiales de biomasa. Previo a la experimentación se realizará la selección de los materiales en muestras aptas. • Procedimiento: Se realizan medidas experimentales con diferentes muestras pequeñas de biomasa, empleando diferentes mecanismos de secado: prensado mecánico, secado al aire, empleo de secadores de aire caliente, o combinando los tres procedimientos. Deberá cuidarse que las condiciones de experimentación sean las mismas para evitar influencias no controladas. • Materiales: muestras problema, prensa manual, secador de pelo, termómetro, balanza. Parámetros a medir: tiempo de experimentación, masa, volumen, temperatura. • Determinaciones: medición del contenido de humedad por gravimetría, en varios tiempos: inicial, intermedio y final del experimento. • Resultados: Se expresarán en tablas y gráficos.
<p>Tabla 5. Materiales didácticos y Actividades con los alumnos.</p>
<p>CUESTIONARIO PARA ALUMNOS</p>
<p>Algunas preguntas formuladas (cuyas respuestas deben ser razonadas).</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es la biomasa? • ¿Qué usos energéticos tiene la biomasa (leña, paja, carbón)?

²⁴ MAYORGA BUCHELLY, J. y ORTEGA VÁSQUEZ, J. (2016), *Implementación de una propuesta didáctica para la enseñanza de las energías renovables*. IX Congreso Internacional de Didácticas de las Ciencias y XIV Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física, La Habana, ECDS-001.

²⁵ ¿Cómo funciona la biomasa?, [en línea], disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=F2z1w9Xho44> [consultado el 15/08/2016].

- El valor energético de la biomasa proviene del sol a través de un proceso llamado fotosíntesis ¿Qué características reconoces de ese proceso?
- ¿Qué entiendes por ciclo del carbono?
- ¿Sabes cómo funciona un biodigestor?
- ¿Crees que el uso de esta fuente energética ha sido empleado por el hombre antes del uso del de los combustibles fósiles?
- ¿Cuáles crees que pueden ser las desventajas ambientales de esta fuente de energía?
- ¿Cómo se puede obtener materia orgánica para ser aprovechada como fuente de energía desde nuestro hogar?

REFERENCIAS WEB PARA ALUMNOS

Algunas direcciones URL (los alumnos deberán hacer un breve resumen de la información que se describe en cada una).

- <https://www.youtube.com/watch?v=s6OjgzC8IBQ&nohtml5=False>
- <http://www.plantasdebiomasa.net/index.php/que-es-la-biomasa>
- http://www.consumer.es/web/es/medioambiente/energia_y_ciencia/2006/05/22/152178.php
- <http://tiendabiomasa.com/biomasa/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=F2z1w9Xho44&nohtml5=False>
- https://www.youtube.com/watch?v=A_1n3h9n-a0&nohtml5=False
- <http://www.unionporlabiomasa.org/pdf/ABC03082012.pdf>

5 CONCLUSIONES

A manera de conclusiones, podemos mencionar las siguientes:

*La propuesta no implica necesariamente el aumento de horas en las diferentes asignaturas; sugiere la creación de grupos de interés para complementar las temáticas. Puede emplearse en cualquier institución educativa, sin ceñirse a un plan curricular específico. Puede abordarse en cualquier orden, y no requiere ser implementada en su totalidad. Incentiva la construcción de dispositivos de bajo costo; fomenta el desarrollo de habilidades manuales del estudiante, propone el desarrollo de proyectos educativos.

*La Propuesta involucra el entorno del estudiante; analiza situaciones cotidianas; desarrolla prácticas para el aprendizaje activo. Fomenta la cooperación académica entre educadores.

*La Propuesta presenta un enfoque multi e interdisciplinar sobre la biomasa, como guía para el docente, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Energías Renovables en general y temas relacionados, en la educación media.

*Los profesores han acogido con bastante interés la información sobre el proyecto y han manifestado inicialmente deseos de participar en su implementación. Sin embargo presentan ciertas reticencias respecto al aumento de tiempo de trabajo que supone dicha participación. Manifiestan sus dificultades para la implementación en el aula de actividades colaborativas con otros profesores de diferentes asignaturas o materias y varios docentes refieren la falta de preocupación por parte de los padres sobre el medio ambiente y la indiferencia de algunos de sus colegas referente a la enseñanza de las E.R.

Nota final: Se espera que este trabajo sea una contribución a la *Década de la Energía Sostenible para Todos (2014-2024)*, una iniciativa de la ONU cuyo objetivo es promover las energías renovables y la eficiencia energética en todo el mundo²⁶.

²⁶ Energías Renovables, [en línea], disponible en: www.energias-renovables.com/articulo/la-onu-lanza-la-decada-de-la-20140411, [consultado el 5/02/2016].

REFERENCIAS

1. ¹ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), *Cartilla para la enseñanza de las energías renovables*. Burgos, Servicio de Publicaciones Universidad de Burgos, p. 50-57.
2. ¹ Cartilla educación energética. (2006), [en línea], disponible en: www.managenergy.net/download/education2005/05-0001-ES.pdf, [consultado el 15/02/2016].
3. ¹ VILCHES, A., GIL, D., TOSCANO, J. y MACÍAS, O. (2009), Cambio climático: una innegable y preocupante realidad *OEI*, [en línea], disponible en: <http://www.oei.es/decada/accion17.htm>, [consultado el 18/02/2016].
4. ¹ JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. (2008), *Cuadernos de Medio Ambiente*. Valladolid, Talleres Gráficos Soler, 38p.
5. ¹ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2015), Propuesta multidisciplinar y cooperativa: Energías renovables en Secundaria. En *Actas del III Congreso de Docentes de Ciencias de la Naturaleza*, Madrid, González Montero de Espinosa, M., Baratas Díaz, A. y Brandi Fernández, A. (Editores), pp. 35-41.
6. ¹ PEDROCHE, A. (2010), Biomasa: que es la biomasa. [en línea], disponible en: www.economiadelaenergia.com/2010/11/biomasa-que-es-la-biomasa/, [consultado el 18/02/2016].
7. ¹ UNESCO, Manual de educación ambiental (s.f.), [en línea], disponible en: www.unescoetxea.org/ext/manual/html/portada.html, [consultado el 22/02/2016].
8. ¹ TRICIO GÓMEZ, V., VILORIA RAYMUNDO, R. y ARIAS ÁVILA, N. (2013), Propuesta para la enseñanza de la biomasa. Una temática en educación de energías renovables. En *Proceedings of 7th WEEC*, pp. 769-780, [en línea], disponible en <http://www.fm6e.org/bilanweec-2013/files/Niche9.pdf>, [consultado el 25/06/2016]
9. ¹ SEBASTIÁN, F., GARCÍA, D. y REZEEAU, A. (Eds.) (2010), *Energía de la biomasa*. Zaragoza, Prensas universitarias de Zaragoza, 557 p.
10. ¹ TRICIO GÓMEZ, V., ARIAS ÁVILA, N. y VILORIA RAYMUNDO, R. *La Biomasa: experiencia docente en energías renovables*. Séptimo Congreso Mundial de Educación Ambiental (WEEC 2013), Marrakech (Marruecos), Fecha: 9-14 de junio 2013.
11. ¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas (s.f.), Contenidos programáticos de la Licenciatura en Física.
12. ¹ TRICIO GÓMEZ, V. Y VILORIA RAYMUNDO, R. (2012), Guía Docente de la asignatura Energías Renovables, Universidad de Burgos (UBU).
13. ¹ SANDOVAL, M. y MORA, C. (2011), La Investigación orientada en el nivel superior para la enseñanza del campo eléctrico. *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 5(3), pp. 590-596.
14. ¹ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2015), Enseñando energías renovables con un proyecto colaborativo. En *Libro de Resúmenes de XXXV Bienal de Física, Simposio 25º Encuentro Ibérico para la Enseñanza de la Física*, Editorial RSEF, pp. 560-561.

15. ¹ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), *Cartilla para la enseñanza de las energías renovables*. Burgos, Servicio de Publicaciones Universidad de Burgos, 148 p. Información [en línea], disponible en: www.e-libro.net/libros/libro.aspx?idlibro=12741, [consultado el 15/02/2016].
16. ¹ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), p. 54.
17. ¹ Instituto de Investigaciones Tecnológicas (s.f.), *Plantas de Biogás. Diseño, construcción y operación*. Bogotá, Editora Guadalupe, 94 p.
18. ¹ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), p. 67.
19. ¹ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), p. 83.
20. ¹ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), p. 97.
21. ¹ SOTO HERNÁNDEZ, M. Práctica de laboratorio La Fotosíntesis, [en línea], disponible en: <http://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa2/n1/p1.html>, [consultado el 5/02/2016].
22. ¹ ARIAS ÁVILA, N. y TRICIO GÓMEZ, V. (2013), p. 123.
23. ¹ TRICIO GÓMEZ, V. y ARIAS ÁVILA, N. (2016), *Proyecto Colaborativo en Energías Renovables – PROCOLER. Presentación y resultados iniciales de esta propuesta en educación científica*. IX Congreso Internacional de Didácticas de las Ciencias y XIV Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física, La Habana, 28-31, III.
24. ¹ MAYORGA BUCHELLY, J. y ORTEGA VÁSQUEZ, J. (2016), *Implementación de una propuesta didáctica para la enseñanza de las energías renovables*. IX Congreso Internacional de Didácticas de las Ciencias y XIV Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física, La Habana, ECDS-001.
25. ¹ ¿Cómo funciona la biomasa?, [en línea], disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=F2z1w9Xho44> [consultado el 15/08/2016].
26. ¹ Energías Renovables, [en línea], disponible en: www.energias-renovables.com/articulo/la-onu-lanza-la-decada-de-la-20140411, [consultado el 5/02/2016].