

CONAMA 2022

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Actividades para el estudio de las energías renovables

en distintos niveles de formación



CONAMA 2022

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

Autor Principal: Verónica Tricio Gómez (Universidad de Burgos)

Otros autores: Rolando Valdés Castro (Universidad de Burgos)

ÍNDICE

1. Título
2. Resumen
3. Introducción
4. Las actividades en su contexto
5. Presentación de las actividades
6. Conclusiones
7. Bibliografía

RESUMEN

En uno de los enfoques de la sostenibilidad, *Energía, eficiencia y cambio climático*, que es de interés del congreso CONAMA 2022, los autores de esta comunicación vienen proponiendo y desarrollando desde hace años, una diversidad de actividades formativas y participativas que tienen como actores principales, por un lado, a los jóvenes estudiantes de nivel universitario y también de secundaria obligatoria y de bachillerato y, por otro, a profesores de secundaria principalmente. Están vinculadas principalmente con los ODS 4, 7 y 13 (educación de calidad, energía asequible y no contaminante, producción y consumos responsables)

En esta comunicación se presentará una muestra de algunas de esas actividades, atendiendo a las que hemos desarrollado a lo largo de más de una veintena de los últimos años. Se detallará en qué consisten y a quienes van dirigidas, cuales han sido los propósitos ambientales de cada acción, se mostrarán los instrumentos empleados y el formato en el que se desarrollan, así como los resultados más relevantes.

INTRODUCCIÓN

Volviendo la vista atrás, han pasado cuarenta años desde el 1982 en que tiene lugar en Rio de Janeiro la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, mucho tiempo también desde el plan energético nacional PEN 1991-2000 ¹, el plan de fomento de las ER en España 1999-2010 ², y unos veinte años del inicio de la asignatura optativa Energía Renovables

¹ https://www.congreso.es/public_oficiales/L4/CONG/BOCG/E/E_169.PDF

² https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_4044_PFER2000-10_1999_1cd4b316.pdf

propuesta por el Dpto. de Física de la UBU en el plan de estudios de licenciatura en química y en ingenierías ³.

Ante la innegable y reconocida necesidad de un cambio en el actual modelo de producción de energía con recursos no renovables y perjudiciales al medio ambiente, en los últimos años se han realizado importantes esfuerzos para encontrar caminos alternativos de generación energética mediante la investigación y el desarrollo de las energías renovables. Los temas relacionados con la energía y con el bienestar de los ciudadanos constituyen unas de las mayores preocupaciones de la sociedad actual, pero el consumo energético en España, al igual que sucede en el resto del mundo, se sustenta mayoritariamente en las fuentes de energía de origen fósil, fundamentalmente petróleo y gas natural. De acuerdo con el IDAE ⁴, cabe destacar nuestra dependencia prácticamente total del petróleo, del cual importamos más del 99%, destinando cerca del 80% del mismo al sector del transporte. Este proceder es incompatible tanto con la conservación del medio ambiente como con el suministro energético del futuro. En nuestro entorno, la Unión Europea ha ido incorporado normativas para abordar un cambio hacia un nuevo modelo energético, más respetuoso con el medio ambiente en el que se favorezca el desarrollo de las energías renovables. El marco de clima y energía para 2030 incluye metas y objetivos políticos muy destacables a nivel de la UE para el período de 2021 a 2030, y el Pacto Verde Europeo, impulsa la cuota de energías renovables en el UE alcanzando el objetivo 55 para lograr la neutralidad climática de aquí a 2050 ⁵. En esta realidad, las distintas administraciones de nuestro país (tanto la nacional, como las regionales o locales) han ido cumpliendo y adaptando esas normativas con recientes leyes y planes. Entre ellos citamos, Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica; la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética; el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030; y la Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050. Es de destacar también que la ONU decidió declarar la *Década de energía sostenible para todos* al período entre 2014 y 2024, en el entendido de que el acceso a la energía es crucial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo de la ONU para el Milenio (ODM). Todo ello ha repercutido favorablemente en la concienciación de la importancia del ahorro y de la eficiencia energética pero también y sobre todo en el desarrollo y uso de algunas fuentes de energías renovables, principalmente la eólica y solar. Las energías renovables desempeñan así un papel protagonista en esta necesidad de transformación energética, y se viene dando un notable desarrollo de estas tecnologías energéticas, especialmente eólica y solar fotovoltaica, en la mayoría de los estados miembros de UE.

En el estudio “Brechas educativas y formativas en el sector de las energías renovables” ⁶, publicado en octubre de 2018, se analizó la oferta global de formación en dicho sector y se considera que la falta de profesionales cualificados podría ser una barrera para el avance en el desarrollo de las tecnologías renovables en España. Para evitarlo, propone que se adapte la oferta formativa para suplir estas carencias y que se flexibilice para adecuarla al ritmo al que los sectores renovables se desarrollan.

³ https://www.ubu.es/sites/default/files/portal_page/files/licenciatura_en_quimica._resolucion_de_31_de.pdf

⁴ <https://guiaenergia.idae.es/el-consumo-energia-en-espana/>

⁵ <https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/fit-for-55-how-the-eu-plans-to-boost-renewable-energy/>

⁶ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X18307266>

Atendiendo a las necesidades formativas en nuestro caso, los autores de esta comunicación vienen preparando, proponiendo y desarrollando desde hace bastantes años, una diversidad de actividades formativas y participativas que tienen como actores principales, por un lado, a los jóvenes estudiantes de todas las etapas educativas, y, por otro, a profesores de secundaria con necesidades de actualización. Desde nuestra perspectiva, la educación energética, y en particular la de energías renovables, como todo proceso educativo, debe entenderse como un proceso a largo plazo en términos de concienciación, ejecución y aplicación, por lo que en el marco de una educación que favorezca la transición a la sostenibilidad, se hace necesario enseñar energías renovables en cualquiera de los niveles formativos, desde edades tempranas. 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.

En este contexto, el objetivo general de esta comunicación es presentar y difundir una muestra de las diversas actividades que hemos planteado para el estudio de las energías renovables en distintos niveles de formación. Como objetivos específicos nos hemos propuesto describir brevemente algunas de las actividades realizadas de energías renovables y temas afines, tanto para las diferentes áreas temáticas de la ER, como para los distintos niveles formativos en los que se han aplicado. La metodología planteada se centra en el trabajo colaborativo y transversal, con enfoque multidisciplinar, que posibilite a los estudiantes ubicar a las ER, relacionándolas con las diferentes asignaturas de su formación y con su vida cotidiana y su futura profesión.

LAS ACTIVIDADES EN SU CONTEXTO

Nuestro compromiso docente como universitarios con la sostenibilidad durante la enseñanza reglada emana de los avances logrados en tres etapas anteriores. La primera y más significativa, la de la década de los años 80 y siguientes en la Universidad de Valladolid con el inicio de estudios investigativos sobre energías renovables de una de las autoras (eran tiempos en los que en nuestro país no se apreciaba el interés social ni económico de estos temas), cuyas acciones no son objeto de esta comunicación. Una segunda se remonta al año 2000 con la puesta en marcha de los nuevos planes de estudio en la UBU, porque supuso un marco adecuado para incidir en la renovación de los métodos didácticos y de contenidos de las nuevas disciplinas de Física y para preparar asignaturas de interés de esta comunicación: Contaminación Atmosférica, Energías Renovables y Física del medio ambiente. La tercera etapa se da en el curso 2009-10 con los Grados ya adaptados al EEES y en el curso siguiente con el inicio del Máster de Profesorado en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, en ambos casos y por primera vez, sus memorias de verificación incluían explícitamente que fueran incorporados aspectos relacionados con la sostenibilidad ambiental.

Hemos distribuido las actividades por áreas temáticas (Figura1), teniendo en cuenta las ocho áreas temáticas que se describen en Objetivo 55 ⁷, a las que se han incorporado además las áreas de hidrógeno solar y ER general. En la Figura 2 se indican los ámbitos académicos más habituales en los que se realizan estas actividades.

⁷ <https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/fit-for-55-how-the-eu-plans-to-boost-renewable-energy/>

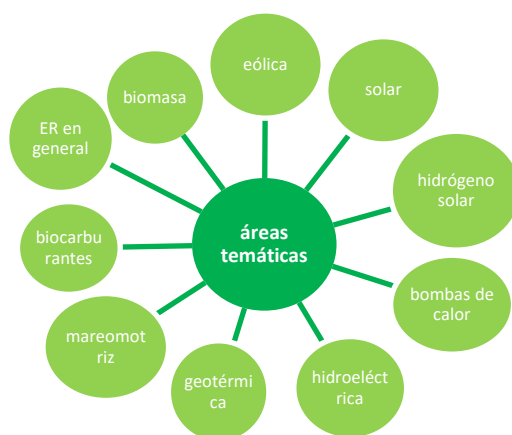


Figura 1. Áreas temáticas abordadas en las actividades. (elaboración propia)

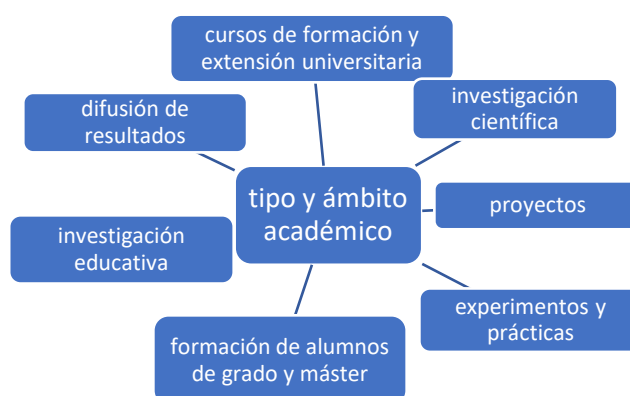


Figura 2. Ámbitos académicos de las actividades. (elaboración propia)

En los apartados que siguen, haremos una breve exposición de distintas iniciativas en los ámbitos que muestra la Figura 2, de acuerdo a las temáticas que han sido abordadas en mayor o menor intensidad.

PRESENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Nuestro criterio general es que se pueden preparar y realizar actividades sobre las ER y sus distintas áreas temáticas mostradas en la Figura 1, en todas las edades y para todo tipo de público, realizando en cada circunstancia actividades formativas, divulgativas, según sea lo conveniente, que puedan servir para cualquier nivel educativo y para cualesquiera de los grupos de interés en el conocimiento de las energías renovables. Nuestras actividades tratan de promover un desarrollo sostenible desde la educación en la escuela, con soluciones energéticas alternativas que pueden ayudar a mitigar los efectos del cambio climático antropogénico,

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

reduciendo la contaminación ambiental y atenuando la presencia de gases de efecto invernadero (GEI). En general, están vinculadas principalmente con los ODS 4, 7 y 13 (educación de calidad, energía asequible y no contaminante, producción y consumos responsables)

Energía solar

En el ámbito de la investigación científica en el nivel universitario se realizaron los primeros estudios, destacamos aquí las actividades sobre secado solar e hidrógeno solar

Secado solar. El desarrollo de diversas tecnologías para la desecación de productos agroalimentarios es una práctica ampliamente difundida, pero las actuales tecnologías industriales, si bien ofrecen importantes ventajas respecto al secado tradicional al aire o al sol, tienen inconvenientes que atañen al consumo de energía, la contaminación ambiental, la calidad del producto obtenido y sus costes

En el ámbito de colaboración científica, fueron llevadas a cabo actividades en Marruecos como desarrollo del un proyecto España- Marruecos de secado solar para aplicar en plantas de interés productivo. Principalmente consistían en trabajo de campo, combinado con charlas formativas orientadas a formación de mujeres agricultoras y con conferencias para profesores y jóvenes investigadores en la universidad de origen. Destacamos la vinculación con el ODS 5 y el ODS 8, en estas actividades. La difusión de resultados se presentó en un anterior congreso nacional de medio ambiente [1]. Dos imágenes representativas de sus actividades se muestran en la Figura 3 (una diapositiva durante la conferencia presentada sobre secado solar y un secadero visitado de secado tradicional de stevia).



Figura 3. Imágenes de actividades sobre secado solar. (elaboración propia)

En el ámbito de investigación didáctica y aplicación docente en grados de ciencia e ingeniería, la atención la hemos centrado en actividades formativas a estudiantes de ciencias e ingeniería, con un prototipo de secadero para fines docentes [2] de diseño y construcción propios preparado para utilizarlos en el laboratorio de energías renovables del Dpto. de Física. El modelo didáctico de secador construido sirve también para orientar a los estudiantes hacia el uso, diseño y creación de tecnologías más acordes con el desarrollo sostenible, que disminuyan costes de producción y favorezcan las economías en lugares de producción reducida y con dificultades para acceder a la red eléctrica (vinculación con el ODS 1 y el ODS 10), en estas actividades. La

Figura 4 muestra una imagen del secadero solar didáctico en funcionamiento y otra de resultados experimentales en un proceso de secado.

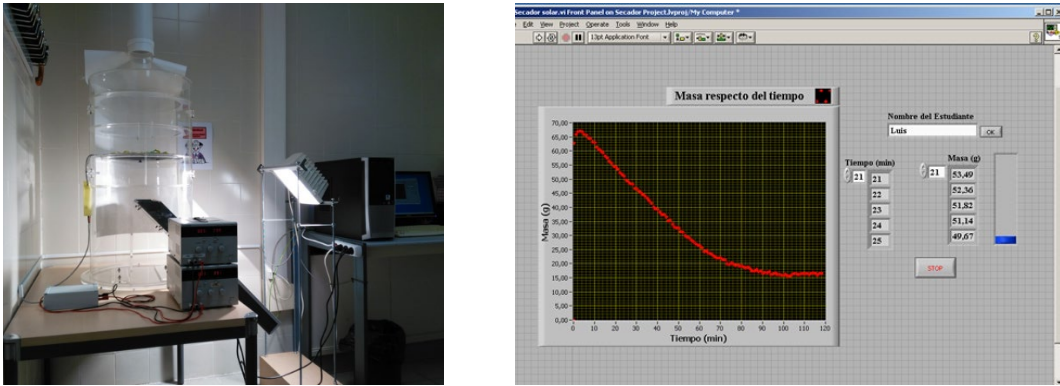


Figura 4. Secadero solar didáctico durante actividades formativas. (elaboración propia)

Energía solar y energía eólica

Nos centramos ahora en energías solar térmica, fotovoltaica y eólica, con actividades de investigación científica, desarrollo de un proyecto y aplicación docente en el aula, en el ámbito de la docencia en el nivel superior.

En la opción del abastecimiento energético mediante energías renovables, nace el Proyecto Hydrosolar21 en el que hemos participado, dentro del programa "Life Medioambiente 2004" de la Unión Europea. El objetivo esencial del mismo es demostrar la viabilidad de dos sistemas de generación de energía limpia útil alimentados por fuentes renovables, para el desarrollo de minicentrales de frío solar y de hidrógeno utilizando las energías solar térmica, fotovoltaica y eólica [3]. (objetivos de desarrollo sostenible destacados: ODS 7, ODS 9, ODS 13). Además de las propias del desarrollo del proyecto, se han realizado actividades de transferencia de conocimiento a través de la formación de alumnos mediante la asignatura Energías Renovables anteriormente citada.

Refrigeración solar. Los sistemas de refrigeración solar pueden contribuir a solucionar los problemas del abastecimiento energético sostenible. Se ha diseñado y fabricado una central preindustrial para la producción de frío solar mediante máquinas de adsorción de metanol en carbón activo [4]. El cometido de la misma es abastecer de agua fría de apoyo a un sistema de serpentín y ventilador para contribuir a la refrigeración de un edificio.

En la Figura 5 se muestran dos elementos de la misma (vista de la central de frío solar y visualización del ciclo de adsorción)

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

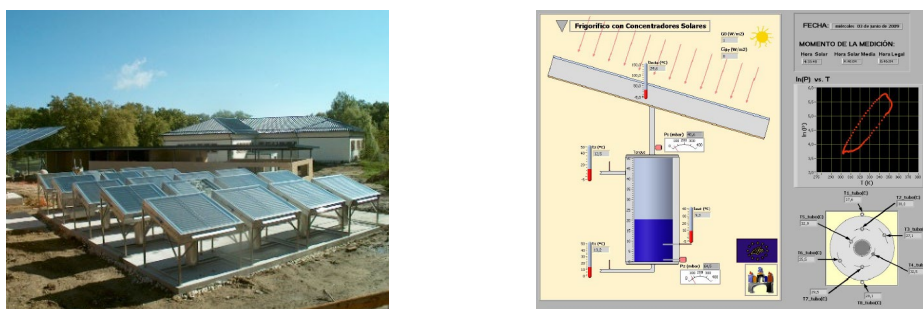


Figura 5. Dos elementos de la central de frío solar. (elaboración propia)

La investigación e innovación en este campo de refrigeración solar ha permitido hacer transferencia de conocimiento incorporando a la enseñanza de la Física elementos de algunos de sus resultados. Se han realizado actividades de resolución de problemas teóricos y experimentales en el laboratorio de ER.

Hidrógeno solar. Ha sido comentado anteriormente que una de las limitaciones que tienen las energías renovables es su dependencia respecto a las condiciones atmosféricas y a la ubicación geográfica del lugar de utilización. Para superar esa dificultad se trabaja en diseños que permiten emplear esas energías no solamente en la obtención directa de electricidad, sino también en la producción de hidrógeno como vector energético. El hidrógeno tiene amplias posibilidades de utilización en la producción de electricidad con pilas de combustible, en motores de combustión interna y mediante fusión nuclear. Por ello, las tecnologías del hidrógeno emergen como una de las vías para solucionar la problemática de producir energía sin emisiones de CO₂ y contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas.

Al inicio del proyecto LIFE HYDROSOLAR no había instaladas plantas de producción de hidrógeno electrolítico que inyectaran potencia eólica y fotovoltaica a un electrolizador de agua de forma aislada de la red, por lo que se abría una oportunidad a la innovación en este campo desarrollando plantas de producción de hidrógeno electrolítico de origen limpio. Por ello, en ámbito de investigación en este proyecto, uno de sus objetivos fue la producción de hidrógeno a partir de las fuentes de energía eólica y fotovoltaica, su almacenamiento en fase gaseosa en depósitos a presión y su quemado en pilas de combustible. La descripción de las actividades investigativas fue difundida en el Conama-9 como comunicación técnica [5].

Componentes de la Planta

- Sistema de generación eólica y fotovoltaica de electricidad.
- Electrolizador.
- Acondicionador de los generadores.
- Baterías eléctricas.
- Sistema de almacenamiento de hidrógeno.
- Calentador de agua.
- Botellas para almacenar el hidrógeno.
- Pilas de hidrógeno (2).

Información Suministrada por los Componentes del Sistema

❖ Información suministrada por el autómata del electrolizador:

- Temperatura del electrolito.
- Presión en el sistema.
- Productividad de la planta (masa de H₂ por hora).
- Masa de hidrógeno producido desde el inicio de funcionamiento.
- Tiempo de funcionamiento de la planta.
- Pureza del hidrógeno.
- Alarmas:
 - Bajo nivel de agua.
 - Temperatura del electrolito excesivamente elevada.
 - Emisión peligrosa de gas en el reactor.
 - Emisión peligrosa de gas al ambiente.

Figura 6. Automatización de la planta de hidrógeno solar. (elaboración propia)

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

En la Figura 6 se muestran imágenes de interés relacionadas con la automatización de la planta (componentes de la planta y alguna información suministrada por los componentes del sistema).

Como complemento de las prácticas relativas al almacenamiento de energía, se han realizado actividades de resolución de problemas teóricos y experimentales en el laboratorio de ER [6] [7]. Se usa un pequeño electrolizador y una pila de combustible para el estudio de sus componentes

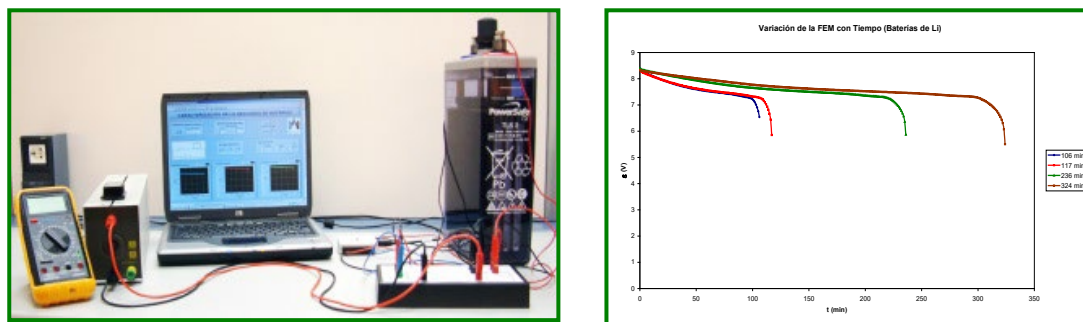


Figura 7. Dos etapas de un problema experimental. (elaboración propia)

En la Figura 7 se muestra dos etapas del problema experimental de caracterizar experimentalmente baterías de diferentes tipos (de litio en la figura) mediante el estudio de la descarga, siendo una de las actividades formativas a resolver por los estudiantes: Atendiendo al diseño de la instalación realizado, montar los equipos necesarios y hacer las mediciones correspondientes

Energía eólica

Hemos realizado investigación docente con aplicación en la educación superior, en el ámbito de transferencia del conocimiento, teniendo de referente el proyecto HYDROSOLAR 21 ya mencionado (ODS 7, ODS 9, ODS 13). Se han analizado algunos parámetros característicos de la producción eléctrica de aerogeneradores diferentes, y los resultados se han utilizado en actividades de aula para estudiantes de grado de ingeniería con la preparación de diversas tareas de aprendizaje científico y tecnológico [8] [9].

En la Figura 8 se muestran (a) la dependencia de la potencia eléctrica respecto de la velocidad del viento para diferentes generadores Gamesa y (b) la densidad de probabilidad de la distribución de Weibull de la velocidad del viento a la altura de 80 m donde está ubicado el buje de un aerogenerador. Sobre la base de dicha distribución los estudiantes estiman: a) La velocidad media del viento a la altura indicada; b) La probabilidad de generación eólica de electricidad con una turbina determinada en el lugar de la instalación; c) La posible potencia media de generación eléctrica anual con una turbina estudiada; d) La posible energía eléctrica que la turbina puede suministrar; e) Comparar la potencia nominal de la turbina con la potencia media anual estimada.

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

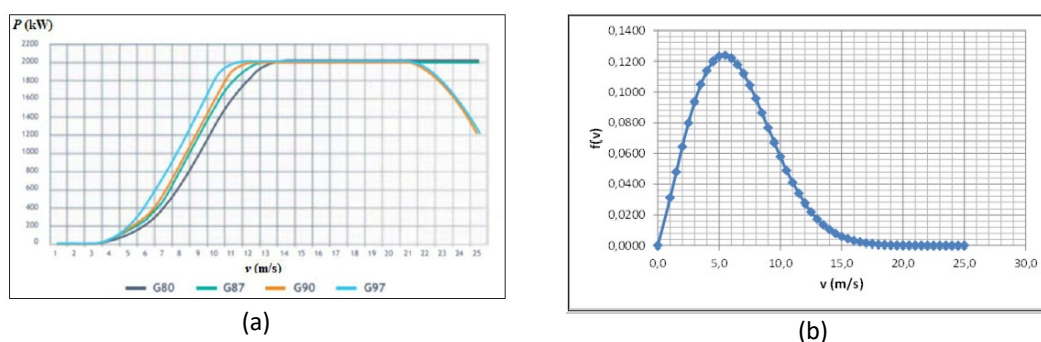


Figura 8. Resultados de algunas tareas de aprendizaje en energía eólica. (elaboración propia)

Biomasa

En esta área temática, se han realizado proyectos de investigación docente cuyos destinatarios principales son profesores de secundaria. Se han desarrollado actividades para colaboración con profesores de colegios. En algunos casos se abarcan todos los niveles formativos y se pueden realizar de forma síncrona presencial y asíncrona online. A continuación, se describen brevemente la tipología de algunas de ellas. El ODS más destacado es el de educación de calidad, que ya hemos indicado que impregna estas y las demás actividades presentadas.

Para estudiantes de la UBU y de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, están las actividades desarrolladas en asignaturas optativas del nivel universitario [10], entre las que destacamos las actividades de investigación orientada (AIO), cuya temática es elegida por los alumnos y realizando las siguientes tareas formativas: objetivos formativos y ambientales, 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. En el Cuadro 1 se muestran algunas de estas actividades de investigación orientada.

Cuadro 1. Actividades de investigación orientada

Tipo de Actividad IO	Título de la actividad
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.

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

profundas del planeta, por conducción y convección. La geotérmica es una energía permanente, que favorece una economía sostenible, casi libre de CO₂, y el potencial geotérmico se encuentra en muchas zonas geográficas de nuestro planeta; sin embargo, es una de las renovables más desconocida por parte de la población, está bastante inexplorada y no muy extendida en nuestro país. La utilización de la energía geotérmica (EG) presenta grandes ventajas, entre otras la independencia energética de los combustibles. Se ha trabajado esta área desde la investigación docente y la transferencia de conocimiento. Tomando como referente la experiencia de actividades formativas en grados y máster universitarios [14], el objetivo era diseñar y preparar actividades en formación de niños y jóvenes que de manera transversal abordaran contenidos multidisciplinares relacionados con esta energía renovable en los diferentes niveles escolares.

Nivel infantil: Hablamos de energía geotérmica

Fuente: <https://youtu.be/gTuclDon9K4>



Nivel Grado: Bomba de calor reversible

Fuente: <https://bit.ly/3O1kcP1>

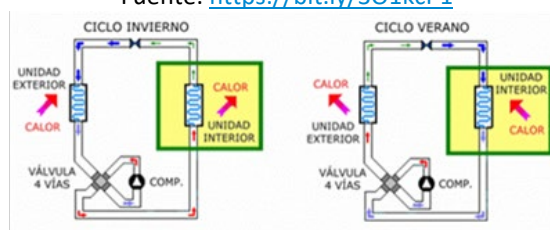


Figura 10. Carátulas de actividades en dos niveles formativos. (elaboración propia)

El proyecto que aquí se destaca consiste en la elaboración de materiales docentes sobre EG, con el que se pretende no sólo contribuir a la formación de los jóvenes en el conocimiento de la energía geotérmica y de sus aplicaciones en función de su temperatura, sino también fomentar su difusión en el campo de las energías renovables, tomando como referentes las actuales normativas educativas, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, y la Agenda para el Desarrollo Sostenible [15]. Se realizan una variedad de actividades, en las que además de sus antiguos usos térmicos, se conozca el aprovechamiento para generación de electricidad desde hace más de un siglo y las aplicaciones actuales para la climatización. Como muestra representativa de las muchas actividades, en la Figura 10 se visualizan dos carátulas utilizadas en el nivel formativo más bajo y en el más alto.

Deseamos resaltar también el curso de verano *Captura y almacenamiento geológico del CO₂. Realidades y perspectivas* (en la Figura 11 se muestran carátula de presentación y cuatro diapositivas representativas). Los objetivos de desarrollo sostenible más vinculados a esta actividad son ODS 9 y ODS 13.

Durante dicho curso se desarrollaron contenidos científicos, tecnológicos y divulgativos de gran actualidad en ese momento. Dicho curso, codirigido por la autora con el geólogo Andrés Pérez Estaún, se realizó en la UBU el año 2011, con gran éxito de público especializado y no especializado. Aparte del alto nivel científico de las presentaciones, los asistentes realizaron una visita técnica a las instalaciones de Hontomín (Burgos) [16] [17] [18]. La oportunidad que se tuvo de esta actividad en formato de un curso de estas características era indudable ya que uno de los objetivos mundiales en materia de Cambio Climático es la reducción de emisiones de gases efecto invernadero y la Unión Europea, apuesta por la eficiencia energética, las energías

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

renovables y la captura y almacenamiento de carbono como herramientas principales en esa lucha.



Figura 11. Diapositivas y frontal del curso de verano. (elaboración propia)

Energía mareomotriz

En el campo de la Investigación educativa, se llevó a cabo durante el año 2012 una actividad formativa que se trabajó con estudiantes de licenciatura en química [19], con la base de algunas herramientas de experiencias formativas en nuestros grados y máster [20]. En esta investigación se ponía de manifiesto el interés de incorporar contenidos no sólo científicos, sino también de actualidad y de relevancia socio-ambiental, en los currículos de las materias universitarias en general y en particular en los descriptores de la asignatura Energías Renovables. Se trataba de valorar las posibilidades de aprendizaje que ofrece la Web en el descriptor *energías renovables marítimas*. A partir de una pregunta: *¿la Web es una herramienta facilitadora en el aprendizaje de energías renovables del mar?*, fueron seleccionados los recursos electrónicos en español disponibles de información relevante sobre energía mareomotriz, undimotriz o maremotérmica. Como método de trabajo, se realizaron cuatro etapas de búsqueda y una rúbrica propia como herramienta de puntuación. Fueron casi cien los recursos seleccionados. Como resumen, uno de los resultados parciales mostraba que mientras los recursos dedicados a la “didáctica” de este concepto (energías del mar) eran más numerosos que los otros tipos de recursos, sin embargo, “artículos de revista” tenía prácticamente el mismo porcentaje que los “portales temáticos” que son creados normalmente por científicos o ingenieros interesados en el tema.

Bomba de calor

Se han venido haciendo actividades aisladas hasta la fecha, casi todas durante la formación académica de estudiantes de *ciencia y tecnología de los alimentos*, y han resultado satisfactorias respecto a su aprendizaje; también se ha presentado en el área temática Geotérmica una actividad preparada para alumnos de grado (Figura 10). Por ello, en nuestros planes de futuro

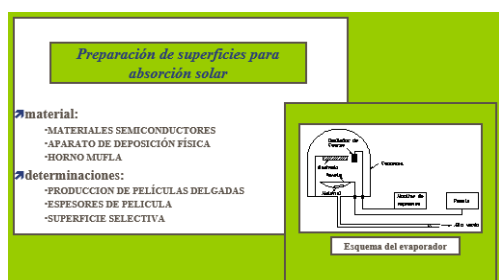
está el diseñar y preparar actividades en formatos similares a las anteriores para que puedan ser utilizadas en formación de niños y jóvenes, barriendo todo el espectro de edades.

ER en general

Merece la pena enfatizar en este apartado que se hace cada vez más necesario educar e instruir en energías renovables a los estudiantes para que adquieran los conocimientos científicos y tecnológicos y alcancen las competencias requeridas, en dependencia del nivel educativo y de las materias concretas de su aprendizaje. En esta temática, hemos venido preparando y desarrollando actividades en distintos ámbitos y niveles formativos. Están vinculadas principalmente con los ODS de educación de calidad, energía asequible y no contaminante, producción y consumos responsables. Si bien son muy numerosas y las actividades formativas desarrolladas con estudiantes del máster de profesorado, para no resultar demasiado extensa, no serán incluidas en esta comunicación.

En el nivel formativo de enseñanza superior destacamos la larga experiencia de más de veinte años de actividades que los autores tienen del curso presencial de formación de la UBU, que a propuesta nuestra está ubicado desde el curso 2001 en los grados de ingeniería y en la formación avanzada multidisciplinar del 4º curso del grado de química, como asignatura de título *Energías renovables*, que incluye tanto contenidos teóricos como prácticos. Con ese propósito general, se han preparado materiales didácticos para realizar cálculos teóricos y mediciones en el laboratorio de energías renovables. Entre los contenidos centrales de los cursos se encuentran los relativos a tecnologías que convierten la energía solar primaria en formas de energía útil: mecánica, térmica y eléctrica. Se presta especial atención a la realización de prácticas de laboratorio en las cuales se analiza la calidad energética de la radiación y su influencia sobre la eficiencia de las tecnologías consideradas. Para simular la radiación solar en el laboratorio se emplean, entre otras, lámparas halógenas e incandescentes que tienen la temperatura de color inferior a la del Sol.

Complementando las ya nombradas en los apartados anteriores, citamos una muestra de la gran variedad de actividades formativas orientadas al interés de los alumnos de ingeniería y ciencias: configuración de experiencias prácticas de laboratorio en general, comportamiento de un panel fotovoltaico, estudio de fuentes y detectores de radiación, determinación del aumento de CO₂ atmosférico, estimación del crecimiento de la demanda mundial de energía durante las tres próximas décadas y dimensionamiento de un sistema de agua caliente sanitaria basado en el uso de la energía solar térmica [21] [22] [23] [24] [25]. Se presta especial atención a los objetivos de desarrollo sostenible de educación de calidad y de energía asequible y no contaminante.



- ✓ Visitas a instalaciones industriales:
 - central eólica
 - central hidráulica
 - central nuclear
 - central fotovoltaica
- ✓ Conferencias:
 - uso racional de la energía
 - arquitectura bioclimática
 - los impactos ambientales de origen industrial

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN



Figura 12. Imágenes de algunas actividades en el área ER general. (elaboración propia)

Muy someramente, la Figura 12 da cuenta de imágenes representativas de algunos resultados que han sido difundidas en congresos y publicaciones científicas.

Otra actividad de índole internacional y en el nivel de máster, es el curso formativo virtual para licenciados profesionales en ciencia y tecnología que, a propuesta nuestra, se ha impartido en el año 2016 [26], en el ámbito de una nueva maestría MID, financiada por el CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Paraguay). Es la Maestría internacional de innovación didáctica para la ciencia y la tecnología de la universidad de Asunción (Paraguay), como asignatura optativa de 30 créditos *Energía y energías renovables, tecnologías para el desarrollo sostenible*. Con posterioridad a los conceptos generales, el curso presta especial atención a los fundamentos físicos y tecnológicos de los sistemas eólico-fotovoltaicos para la producción de electricidad, apoyándose en la exposición teórica y la resolución de problemas docentes. Se realizan actividades en las que los alumnos deben saber: Interpretar tablas, gráficos, cálculos básicos relativos a instalaciones energéticas de la actualidad. Realizar cálculos básicos relativos al diseño de instalaciones eólicas y fotovoltaicas para la producción de electricidad y de hidrógeno electrolítico. Plantearse preguntas de investigación e innovación educativa sobre cuestiones y problemas científicos de actualidad y relevancia social, utilizando y seleccionando de forma crítica información proveniente de diversas fuentes. Saber exponer fundamentada y coherentemente las conclusiones de estudios realizados, a público especializado y no especializado en la temática. Algún contenido parcial relacionado con los conceptos generales y con tareas de alumnos se visualizan en la Figura 13.

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

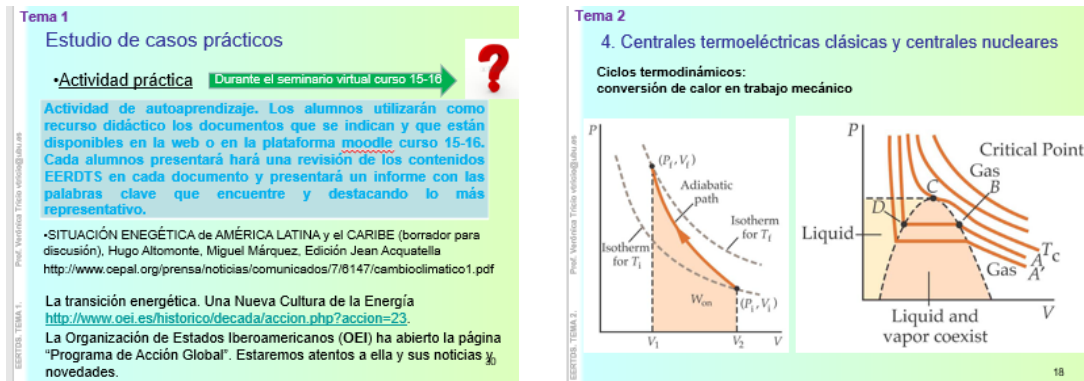


Figura 13. Carátulas de algún contenido de tareas para los estudiantes. (elaboración propia)

En el ámbito de investigación didáctica, estuvimos interesados con otros autores en diseñar y aportar diversas propuestas multidisciplinarias para la enseñanza de las energías renovables en la educación secundaria, algunas ya difundidas en congresos y publicaciones [27] [28] [29] [30], y que se puedan trabajar en asignaturas diversas del currículo formativo de esos niveles ESO y BAC.

Como ejemplo de esta forma de proponer la enseñanza multidisciplinar y cooperativa está *La Cartilla para la Enseñanza de las Energías Renovables* (CEER), publicación dirigida preferentemente al profesor, de manera que cada docente desarrolle la temática en cuestión de manera coherente desde su asignatura, pero sin perder la conexión con las demás asignaturas, es decir de forma transversal. 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 Figura 14 se muestra la portada de la cartilla, una imagen de la cocina solar construida siguiendo los pasos básicos del diseño sugerido, y el mapa de los vientos en Colombia que se utiliza en una de las tareas propuestas [31].

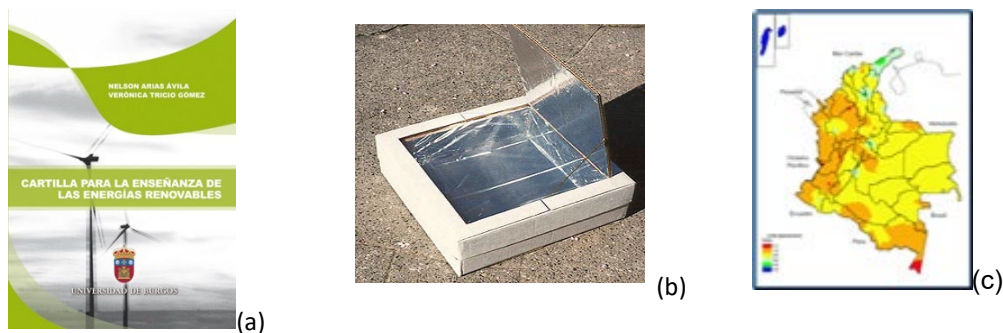


Figura 14. Portada de la cartilla e imágenes utilizadas en actividades. (elaboración propia)

En este mismo ámbito, se ha desarrollado el proyecto PROCOLER (Proyecto Colaborativo en Energías Renovables) [32] de investigación didáctica, que tiene como referente la orientación de la cartilla. Dicho proyecto elaborado para colegios de Colombia y España, ha sido implementado a partir de 2013 con profesores de colegios de estos dos países. Este proyecto de

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

investigación y difusión parte de la premisa de la necesidad de enseñar Energías Renovables (ER) y temas relacionados, en todos los niveles de enseñanza, tanto en la educación formal como en la no formal, y particularmente en los niveles básico y medio de educación. En él se manifiesta la prioridad de preparar un cambio en la mentalidad de las personas, correspondiéndole a la educación una parte insustituible en el mismo. Son múltiples las actividades que se han desarrollado en el marco de la implementación de la CEER (encuestas, cuestionarios a estudiantes y docentes, mapas mentales, mapas conceptuales, entre otras).

El proyecto está destinado a los docentes y requiere realizarse siempre abordando varias etapas. Además, se han vinculado al proyecto estudiantes que realizan su trabajo de grado en calidad de coinvestigadoras [33]. Se trata de un estudio dinámico y hasta la fecha hemos tenido resultados aceptables, observando que hay necesidad de una continua orientación y motivación al profesorado durante las primeras tareas relacionadas con el diseño o la preparación de las actividades. Entre los resultados más destacables durante su implementación en los colegios, están la construcción de dispositivos de bajo costo y la realización de talleres sobre aspectos de las energías renovables y medio ambiente abiertos a las familias, los estudiantes y al público en general. Algunos de estos materiales se muestran en la Figura 15 (las dos de la derecha).

Etapa	Finalidad (numeración de actividades principales)
1ª	Preparación (1-4)
2ª	Revisión y análisis de documentos (5-9)
3ª	Ejecución (10-11)
4ª	Informes y retroalimentación (12-15)
5ª	Difusión (16-17)

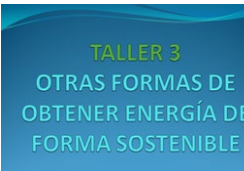



Figura 15. Programación del desarrollo y actividades en un colegio. (elaboración propia)

En este contexto de compromiso educativo en energías renovables y temas afines, son varias las actividades presenciales que se han desarrollado en ambientes no reglados, en formato cursos y jornadas que se han diseñado, preparado e impartido para formación de profesores (asisten algunos estudiantes interesados) principalmente, con los objetivos de formar en ER y presentar recursos y realizar experimentos que puedan ser llevadas al aula con sus alumnos. Se pretende que las actividades formen parte de las respuestas a los llamamientos realizados a los educadores de todas las áreas y todos los niveles para que contribuyamos a la impostergable transición hacia la sostenibilidad ambiental.

Podemos citar el curso *Uso eficiente de la energía y medio ambiente*, que estuvo destinado para profesores de enseñanza secundaria (en la Figura 16 se muestran la carátula y dos diapositivas). Los bloques de los contenidos de este curso del año 2007 fueron: Medio Ambiente, Evaluación Ambiental, Situación actual del Medio Ambiente, Energía y Medio Ambiente, Eficiencia energética, Estrategias de mejora de la eficiencia energética, Otras estrategias de mejora para el ahorro energético.

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN



Figura 16. Diapositivas y frontal del curso Logse. (elaboración propia)

Otra actividad que ha sido desarrollada recientemente y orientada también a profesores de educación secundaria y formación profesional de áreas científicas y técnicas, es *La Física de las energías renovables* [34]. Los autores de la comunicación junto con L. Rodríguez Cano, propusimos impartirlo en el año 2015, dentro de un curso de formación presencial que ofertó el Dpto. de Física. Se realizaron varias actividades teórico-prácticas de tres horas de duración, en la participaron muy activamente los profesores asistentes [35]. La Figura 17 da cuenta de la sesión de conferencias y de la sesión de actividades prácticas.

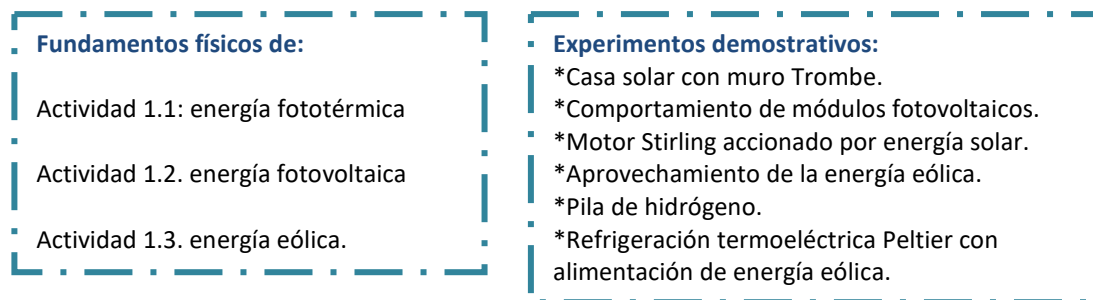


Figura 17. Sesiones teóricas y prácticas. (elaboración propia)

Mucho interés y actitud participativa mostraron también los asistentes (profesores de secundaria de cinco centros educativos de varios países), a una Jornada formativa en el año 2018 en el ámbito de un proyecto Erasmus+ [36], para presentarles *Actividades prácticas y recursos sobre Energías Renovables*, con las que se comprobó las numerosas vertientes que tiene la enseñanza de las energías renovables. Se realizaron algunos experimentos que amplían los que ya se hacen en la enseñanza secundaria y mostramos experiencias de tipo casero que estarían a disposición de los profesores para aplicarlas en sus centros de estudio. La Figura 18 muestra algunas dispositivas incluidas durante la presentación de la actividad.

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN



Figura 18. Diapositivas y frontal de la jornada. (elaboración propia)

En el ámbito de extensión universitaria, nos referimos ahora a dos acciones de divulgación, y que resultan del interés del público en general, pero también por estudiantes y profesores, están preparadas para un nivel formativo de secundaria. Se describen a continuación tres de ellas.

Semana de la ciencia. En este evento de comunicación social de la ciencia y la tecnología que se celebra en España, la UBU participa desde el año 2000. Como profesores del departamento de Física citamos dos actividades del año 2004 en las que ha colaborado una de las autoras. *Las ER. Visión didáctica de un diseño de energía solar, motor de Stirling*, que se realizó en la Carpa Interactiva de la Ciencia e *Investigación en energía solar aplicada a la refrigeración*, cartel presentado por nuestro grupo de investigación ERYMAA (Energías Renovables y Medio Ambiente Atmosférico, cuyo director es L. Rodríguez Cano), que atrajo el interés de todos y fue ganador del I Premio de Divulgación Científica (Figura 19).



Figura 19. Actividades en la carpa de la ciencia y cartel ganador. (elaboración propia)

Página web. Avanzando en esta idea de formación para jóvenes, varios autores hemos participado en el diseño y construcción de un sitio web, forma parte integral en el desarrollo del PROCOLER y está centrado en la divulgación y enseñanza de las energías renovables, y aporta información y datos acerca de la temática particular de energías renovables. Nuestra web podrá ser utilizada por los profesores y también por los alumnos e incluso por personas interesadas en la temática. Dicho sitio permite el acceso a diferentes tópicos de las temáticas y posibilita profundizar en conocimientos en torno a las mismas; también hay propuestas que han sido preparadas y dirigidas para el estudiante. A dicha página web se puede acceder desde el siguiente buscador en internet y en la Figura 20 se muestran alguno de los contenidos iniciales

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

(que han sido modificados recientemente), como son la portada del sitio y las secciones principales del sitio web [37] [38].

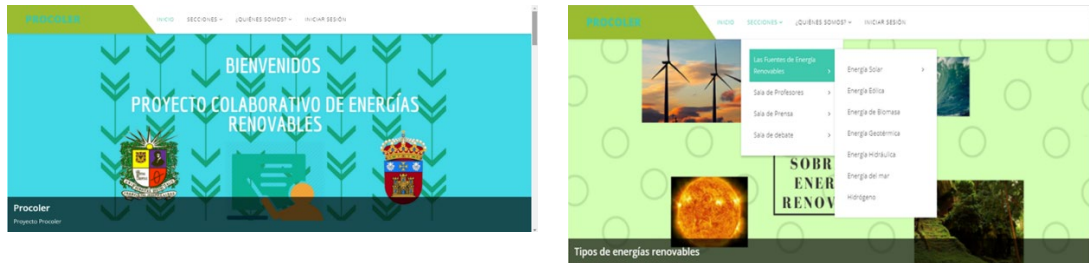


Figura 20. Portada y secciones principales del sitio web inicial. (elaboración propia)

Formación de mayores. Para finalizar, y en el ámbito de la extensión universitaria, también se han realizado actividades formativas para mayores durante los cursos impartidos en la anterior Universidad de la Experiencia, por la autora de esta comunicación. Esta experiencia siempre es para una profesora universitaria, una manera atrayente y retadora para comunicarse con el entorno social. Los alumnos mayores han cambiado mucho en treinta años y hoy están mucho más informados con el apoyo de internet, así que es obligado modificar formas y contenidos de presentación. Aquí destacamos sólo las actividades realizadas en el curso presencial de la Universidad Abierta a Mayores en el año 2020, de título; *Renovables, las energías que cambiarán el mundo*. El curso se presentaba por el director con estas palabras: Es el momento de cuestionar nuestro modo de producir energía y optar por un cambio de modelo, una transición energética. Es la hora de una apuesta decidida por las Energías Renovables; la energía solar, geotérmica, eólica, hidráulica, del mar o de la biomasa, por provenir de fuentes virtualmente inagotables, deben ser la piedra angular de esta evolución que nos libere de la enorme dependencia de los combustibles fósiles y permita una solución climática viable. Durante los contenidos correspondientes a dos temas sobre la energía solar [39], que impartió la autora de esta comunicación, los alumnos guiados por la profesora realizaron algunas experiencias prácticas muy novedosas para ellos, con instrumentación y material científico. En la Figura 21 se presentan las carátulas de varias presentaciones que se hicieron durante las sesiones. Fue muy satisfactorio que al curso asistieran más de una treintena de estudiantes, que mostraron un elevado grado de interés y participación durante las sesiones presenciales.

Un ciudadano del siglo XXI no puede prescindir de los conocimientos científicos para opinar y participar en decisiones importantes que le afectan.

Tema 10. La Energía Solar (I)

- El Sol, nuestra estrella y fuente inagotable de energía.
- Energía solar térmica: instalaciones y tecnología.
- Arquitectura climática.

Tema 11. La Energía Solar (II)

- Energía solar fotovoltaica
- Instalaciones de Energía solar fotovoltaica: de los paneles domésticos a los grandes parques.

Prof. Verónica Tricio (vtricio@ubu.es) Departamento de Física, UBU

La gestión sostenible supone afrontar importantes retos

Una amplia literatura muestra que se precisan y son posibles, afrontar estos retos con:

1. Medidas científico –tecnológicas
2. Medidas educativas
3. Medidas políticas (ODM)

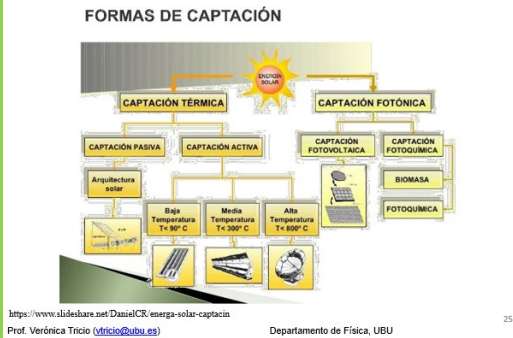
Y que todas son igualmente imprescindibles y deben plantearse unificadamente, tomando....

La sostenibilidad como concepto unificador de las medidas a adoptar

Prof. Verónica Tricio (vtricio@ubu.es) Departamento de Física, UBU

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO FOTÓNICA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

• El Sol, nuestra estrella y fuente inagotable de energía



• Energía solar térmica: instalaciones y tecnología

En el caso de un intercambiador interno, éste se trata de un serpentín de tubos de cobre, que actúa como un intercambiador de calor, por donde circula el fluido **caloportador** y cede parte de ese calor ganado al agua contenida en el depósito acumulador, que proviene de la red de abastecimiento de agua, la cual se irá calentando. Por tanto, es en el interior del acumulador, mediante el empleo de un intercambiador de calor, donde se produce la transferencia de calor entre el líquido anticongelante calentado en las placas solares y el agua de consumo, que una vez caliente, se usará en nuestra vivienda. Este agua caliente del acumulador pasará al circuito secundario, que mediante la instalación interior de la vivienda se distribuirá a cada punto de consumo.

Esquema básico de funcionamiento de una instalación de energía solar térmica para ACS



• Instalaciones de ESF: de los paneles domésticos a los grandes parques



• Instalaciones de ESF: de los paneles domésticos a los grandes parques

Aplicaciones de la ESF: Son numerosas las aplicaciones en producción de energía eléctrica en pequeñas instalaciones domésticas, huertos solares, juguetes, alumbrado solar, Riego agrícola: <https://www.youtube.com/watch?v=MkVcMIBJFO>

CÓMO GENERAR TU PROPIA ELECTRICIDAD SOLAR (ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA)
<https://www.youtube.com/watch?v=hcJX4BvDXc>

Innovaciones: Paneles fotovoltaicos **desplegables**, carreteras con **serpiente solar** (Consiste en plantas fotovoltaicas situadas sobre carreteras, autopistas, ferrocarriles...Capaces de orientarse de forma conveniente a la mayor radiación del sol. Panel fotovoltaico orgánico (OPV)



Figura 21. Carátulas de varias presentaciones de energía solar. (elaboración propia)

CONCLUSIONES

Nuestro compromiso de los últimos años con la sostenibilidad ambiental ha consistido en el diseño, propuesta y participación en diversas experiencias docentes de asignaturas regladas y en iniciativas diferentes para trabajar en diversos ámbitos académicos, tanto en la universidad como fuera de ella. En el entorno universitario cercano, el enfoque sostenible del desarrollo hace 30 años era compartido sólo por unos pocos, pero hoy el compromiso con la sostenibilidad ambiental está tímidamente iniciándose. Queda, por tanto, mucho recorrido por hacer, no solo en las actividades concretas de las enseñanzas regladas, sino también en las acciones de sensibilización y formación derivadas de propuestas que provengan de grupos de trabajo o de investigación e innovación en energías renovables y sostenibilidad ambiental. Estamos seguros que, cualquiera que sea el progreso en ese recorrido, ayudará también a poner la sostenibilidad en el centro, que es el lema del Congreso Nacional del Medio Ambiente.

Tenemos perspectivas de trabajos futuros de innovación docente que están en el horizonte de la realización de actividades en el área temática de energía hidroeléctrica. Hasta la fecha sólo se han realizado actividades formativas de energía hidroeléctrica con estudiantes de grado y máster universitarios, que aquí no se han destacado. Por este motivo, nuestros planes de futuro está la de aprovechar nuestra experiencia docente en los cursos generales de energías

renovables, para diseñar y preparar actividades similares en formato a las precedentes de apartados anteriores, con la finalidad que puedan ser útiles en formación de niños y jóvenes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Tricio Gómez, V., Viloría Raymundo, R., Mounira Lage, Chawki Faiz, San José, M^a L., Un proyecto España-Marruecos de secado solar para aplicar en plantas de interés productivo, Comunicación Técnica en CONAMA, págs.1-27. Año 2014
- [2] Valdés Castro, R., Tricio Gómez, V., Rodríguez Cano, L., Secadero solar como recurso didáctico en un laboratorio docente de energías renovables”, páginas: 1-20, Libro: CONAMA 2018.
- [3] Rodríguez Cano et al. Proyecto LIFE Hydrosolar’21. Desarrollo de minicentrales de frío solar y de hidrógeno con fuentes eólica y fotovoltaica. En Energías renovables, retos y futuro: Refrigeración e hidrógeno solar, pp. 103 – 112. Ed. Universidad de Burgos, 2008.
- [4] Rodríguez, L., González, M.I., Valdés, R., Ojeda, S., Serna, A., Tricio, V., Prototipo preindustrial para una central de frío solar por adsorción. Capítulo: Termodinámica y transferencia de calor en sistemas de refrigeración y bombas de calor, Resúmenes V Congreso Ibérico y III Congreso Iberoamericano de Ciencias y Técnicas del Frío, CYTEF-2009 (CD), págs.: 1-7. Universidad Jume I. 2009
- [5] Ojeda, S., Rodríguez, L., Valdés, R., El hidrógeno limpio como solución de futuro. Proyecto HYDROSOLAR 21. Comunicación técnica en el Conama 9. Cumbre del desarrollo sostenible, nº de páginas 18. Año 2008
- [6] Tricio, V., Rodríguez, L., Valdés, R., Viloría, R., Herrera, F., Experiencias con células de electrólisis y de combustible en el laboratorio docente de energías renovables. Publicación (CD) VI Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias, Ed.: Educación Cubana, UNESCO, IPLAC, pp. 1-22. Año 2010
- [7] Valdés, R., Rodríguez, L., Tricio, V., 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. Vol. 12, No. 3, Sept. 2018., pp. 3310-1 a 3310-6
- [8] Valdés-Castro, R., Rodríguez-Cano, L., Tricio-Gómez, V., Lucio-García, J., Characteristic parameters of electricity production by wind power. En Congreso de París 2015
- [9] Rodríguez, L., Valdés, R., Tricio V., Lucio, J.H., Estimaciones acerca de la producción de energía eléctrica mediante aerogeneradores. Una experiencia docente en grados de ingeniería. pp. 1-12, Libro: CONAMA 2016.
- [10] Tricio Gómez, V., Viloría Raymundo, R. y Arias Ávila, N., Propuesta para la enseñanza de la biomasa. Una temática en educación de energías renovables. Séptimo congreso mundial de Educación Ambiental - WEEC, Marrakech, Marruecos. En Proceedings of 7th WEEC, pp. 769-

780, año 2013

- [11] Arias Ávila, N., Tricio Gómez, V., Valdés Castro, R., Aprendiendo Energías Renovables en Secundaria, Séptimo Congreso Mundial de Educación Ambiental. Marrakech, 9-14 de junio de 2013
- [12] Arias, N., Tricio, V., Propuesta de contenidos científicos sobre biomasa en el contexto de un proyecto multidisciplinar de energías renovables. Actas del IV Congreso de Docentes de Ciencias de la Naturaleza. Formación del Profesorado y experiencias Docentes Universitarias, págs. 297-307. Ed. Santillana. Año 2017
- [13] Gayol González, A., Tricio Gómez, V., Elaboración de fichas docentes sobre biomasa para jóvenes. Libro de Actas Congreso CUICIID 2021 (nº páginas 1165). Página 317. David Caldevilla Domínguez (Editor). Ed. Fórum Internacional de Comunicación y Relaciones públicas (Fórum XXI). ISBN978-84-09-31464-5
- [14] Rodríguez Cano, L., Tricio Gómez V. Recursos energéticos y energías renovables en estudios de ingeniería. Resúmenes IX Congreso Ibérico de Energía Solar, Córdoba, año 2000
- [15] Gayol González, A., Tricio Gómez, V., Elaboración de fichas docentes sobre energía geotérmica. Congreso CUICIID 2022. Libro de Actas. Aceptado y pendiente de publicación
- [16] <https://www.diariodeleon.es/articulo/bierzo/estudio-csic-plantea-almacenar-co2-sede-hontomin-ciuden/202109270334522149377.html>
- [17] <https://www.ubu.es/noticias/la-universidad-de-burgos-y-el-ciuden-suscribieran-para-dar-soporte-cientifico-al-proyecto-de-almacenamiento-de-co2-en-hontomin>
- [18] <https://n9.cl/9p9ev>
- [19] Tricio, V., Alonso, V., La web ¿herramienta facilitadora en el aprendizaje de energías renovables del mar?, Livro de Resumos Física 2012. Metodologías de Ensino da Física, pág: 218. Ed. Edição electrónica da Sociedade Portuguesa de Física, Universidade de Aveiro, año 2012
- [20] Rodríguez Cano, L., Tricio Gómez V., Recursos energéticos y energías renovables en estudios de ingeniería. Resúmenes IX Congreso Ibérico de Energía Solar. Córdoba, año 2000
- [21] Rodríguez Cano, L., Tricio Gómez, V., Las energías renovables en la Ingeniería. Actas II Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria. Volumen II, UNED. pp. 703-709. Coord: O. Calzadilla, C. Carreras, J. P. Sánchez, V. Tricio, M. Yuste. Año 2000.
- [22] Tricio, V., Rodríguez, L., Detectores y medidas de radiación en el Laboratorio docente de Energías Renovables. IV Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria. Ciudad de La Habana, 29 enero al 2 febrero 2007
- [23] Tricio Gómez, V., Rodríguez Cano, L., Valdés Castro, R., Mediciones en el laboratorio de energías renovables, dos experimentos como caso de estudio. 7TH WEEC, Marrakech, 9 –

14 de junio de 2013

[24] Valdés, R., Rodríguez, L., Lucio, J., Tricio, V., Estudio del aumento de la concentración de CO₂ atmosférico en cursos universitarios de energías renovables y sostenibilidad. Comunicación técnica en el Conama 2016, pp.1-24, año 2016

[25] Tricio Gómez, V., Valdés Castro, R., Energías renovables. Actividades de enseñanza-aprendizaje para estudios en ingeniería agroalimentaria. Comunicación técnica 21º Conama, nº de páginas 13. Año 2020

[26] Valdés Castro, R. y Tricio Gómez, V., Enseñanza a distancia de los fundamentos de las energías renovables. Experiencia de un curso de maestría para la formación de profesores de ciencias. Actas del Congreso Iberoamericano: La educación ante el nuevo entorno digital. 15-XI a 15-XII de 2019, en el Campus Virtual de Congresos de Formación IB. UNED, pp. 1-8, enero 2020. ISBN 978-84-948417-1-2f

[27] Tricio Gómez, V., Arias Ávila, N., Propuesta para la enseñanza de las energías renovables en la educación secundaria. pp.: 163-164, en 19º E.I. de Enseñanza de la Física, Santander 2011. Editorial: U. de Cantabria, año 2014

[28] Arias Ávila, N., Tricio Gómez, V., Valdés Castro, R., Aprendiendo Energías Renovables en Secundaria, Séptimo Congreso Mundial de Educación Ambiental. Marrakech, 9-14 de junio de 2013

[29] Arias Ávila, N., Tricio Gómez, V., Energías renovables: una propuesta para su enseñanza., Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 8, No. 3, Sept. 2014

[30] Arias Ávila, N., Tricio Gómez, V., Propuesta multidisciplinar y cooperativa: "Energías renovables en Secundaria". Actas del III Congreso de Docentes de Ciencias de la Naturaleza. Jornadas sobre investigación y didáctica en ESO y Bachillerato de 2014, Editores: M González Montero de Espinosa, A. Baratas Díaz, A. Brandi Fernández. Editorial: Santillana, Páginas: 35-54, ISBN: 978-84-680-3013-5. Año 2015

[31] Cartilla para la enseñanza de las energías renovables en la enseñanza media. Arias Ávila, N., Tricio Gómez, V., Libro impreso: ISBN: 978-84-92681-61-7. D.L. BU. 60-2013, Disponible en: <http://www.une.es/Ent/Products/ProductDetail.aspx?ID=246218>

[32] Arias Ávila, N., Tricio Gómez, V., Proyecto colaborativo en Energías Renovables. Págs. 209-210, Atas 19ª Conferência Nacional de Física e 24º Encontro Ibérico para o Ensino da Física, FÍSICA 2014. 1ª versão digital PDF (256 p.), Ed.: MªJosé R. Gomes, Gonçalo Figueira, Carlos Portela, Pedro Abreu, Teresa Peña. Año 2014

[33] Arias Ávila, N., Tricio Gómez, V., Mayorga Buchelly, J., Ortega Vásquez, J., Energías renovables, una temática de conexión entre asignaturas. Congress 9 TH WEEC, Vancouver (Canadá), 9-15, IX, 2017

[34] Tricio, V., Rodríguez, L., Valdés, R., La enseñanza de la Física de las energías renovables en la transición hacia la sostenibilidad. pp. 536-537, Gijón, España Del 13 de Julio al

ACTIVIDADES PARA EL ESTUDIO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN DISTINTOS NIVELES DE FORMACIÓN

17 de Julio de 2015 Libro de Resúmenes de la XXXV Bienal de Física y 25º Encuentro Ibérico de Enseñanza de la Física, Ed.: Real Sociedad Española de Física. Año 2015

[35] Rodríguez Cano, L., Tricio Gómez, V., Valdés Castro, R., La Física de las energías renovables. Fundamentos físicos de las energías renovables Actividades teóricas y Actividades prácticas y recursos sobre Energías Renovables. Curso Recursos y Experimentos de Física para Educación Secundaria 15-I a 5-II, 2015, acceso en <https://n9.cl/s5bub>, <https://n9.cl/8uzqw>

[36] Tricio Gómez, V., Actividades prácticas y recursos sobre Energías Renovables. Documento personal Jornada ERASMUS+. Visita a la UBU, 23 al 26-X-2018, 24 octubre de 2018

[37] Arias Ávila, N., Tricio Gómez, V., Mayorga Buchelly, J., Ortega Vásquez, J., Energías renovables, una temática de conexión entre asignaturas. En el IX Congreso Mundial de Educación Ambiental (WEEC por sus siglas en inglés), Vancouver, Canadá, 9-15 IX-2017. Abstract Book ID: 368: Energías renovables, una temática de conexión entre asignaturas - Nelson Arias Avila, CO, pag. 23-24

[38] Mayorga Buchelly, J., Arias Ávila, N., Tricio Gómez, V., Sitio web enfocado a la enseñanza de las energías renovables, basado en el PROCOLER. VII Congreso Internacional de docentes en ciencia y tecnología. Madrid, del 19 al 22 de abril de 2022. Pendiente de publicación.

[39] Tricio Gómez, V., Enería solar, Curso de mayores. Renovables: las energías que cambiarán el mundo. Director, R. Viloría Raymundo. Medina de Pomar. Programa y presentaciones PPT. Documento privado. Año 2020