

**ENSEÑANZA A DISTANCIA DE LOS FUNDAMENTOS
DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.**

**EXPERIENCIA DE UN CURSO DE MAESTRÍA PARA LA FORMACIÓN DE
PROFESORES DE CIENCIAS**

Valdés Castro, Rolando
Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos
rvaldes@ubu.es

Tricio Gómez, Verónica
Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos
vtricio@ubu.es

1. Introducción y contexto

La experiencia docente que se presenta a continuación tiene su origen en la primavera del año 2011 durante la primera visita de una de las autoras de este trabajo a la Universidad de Asunción (UNA) para impulsar un Proyecto de Cooperación Universitaria al Desarrollo que le fue subvencionado por la Universidad de Burgos (UBU). La finalidad última del mismo era ejecutar la preparación del proyecto institucional de colaboración entre ambas universidades. El soporte institucional necesario fue la firma del Acuerdo Marco de Intercambio y Cooperación Académicas entre las instituciones. El programa internacional de postgrado *Maestría en Innovación Didáctica para Ciencia y Tecnología* (MID) fue homologado por el Consejo Superior Universitario de esa universidad en el año 2014. Este programa está dirigido a graduados egresados de la UNA u otras universidades del Paraguay y de la UBU de España, en cuyos programas contemplen cursos de Química, Física, Matemática e Informática con titulaciones de ingenierías, Bioquímica, Farmacia, Química Industrial, Química Analítica y Licenciaturas en Química, Física y Matemática.

La nueva maestría MID, financiada por el CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Paraguay, <https://www.conacyt.gov.py/>), fue puesta en marcha en la facultad de ciencias químicas de la UNA en el curso académico 2015-2016. La autora de este trabajo ha sido la coordinadora internacional del programa, que ha tenido otro coordinador de la UNA. El acceso al programa MID se realizó a través de la plataforma (figura 1) que se ubica en el Campus Virtual Accesible ESVI-AL "Educación Superior Virtual Inclusiva - América Latina", del Centro de Estudios Virtuales de la UNA (<http://esvial.cnc.una.py>).



Figura 1. Plataforma de acceso al campo Virtual ESVI-AL.

El cuerpo docente estuvo formado por profesores y doctores de las dos universidades. La organización académica de la MID incluye, además de los componentes de seminarios, de investigación y de cursos obligatorios, el componente de tres módulos optativos (Física y Tecnología, Química y Tecnología, Matemáticas y Tecnología Informática) (<http://esvial.cnc.una.py/course/index.php?categoryid=32>).

El objetivo general de la MID es formar docentes universitarios con capacidad de desarrollar e implementar sistemas educativos innovadores aplicados al proceso de enseñanza aprendizaje en áreas relacionadas con la Ciencia y la Tecnología. Se hizo necesario disponer de las potencialidades de las TIC (tecnologías de la información y la comunicación) (Salinas, 2004;

Molina y al., 2010). Las TIC también ejercieron una función social (Sánchez, 2008) para aquellos alumnos graduados en Paraguay que no hubieran podido asistir a clases presenciales y que sí pudieron acceder al programa virtualmente con el uso del móvil. Fue imprescindible la utilización de las TIC tanto durante el proceso preliminar organizativo de la maestría, como durante el proceso formativo de los alumnos en las asignaturas virtuales. Se requirió también disponer de conexión mediante servicio WI-FI para la comunicación síncrona por videoconferencia.

2. Asignatura sobre energías en el entorno digital de la MID

En el módulo optativo de Física y Tecnología se ofrece una asignatura sobre energías (figura 2): *Energía, energías renovables y tecnologías para el desarrollo sostenible* (EERTDS) (<http://esvial.cnc.una.py/course/index.php?categoryid=32>), de carácter obligatorio y enseñanza a distancia, que ha sido diseñada, preparada e impartida por los autores de esta comunicación (Arias y Tricio, 2010; Rodríguez y al., 2018; Valdés y Valdés, 2014). Está estructurada en 3 créditos ETCS y una carga horaria de 90 horas (30 de clases y 60 de trabajo personal del alumno).



ENERGIA Y ER, TECNOLOGIAS PARA EL DS (Módulo de Física y Tecnología) Prof. Tricio Prof. Valdes

Coordinadora: Dra. Verónica Tricio
 Profesor: Dr. Valdés Castro
 Profesor: Prof. Dra. Verónica Tricio Gómez
 Universidad de Burgos- España

DR. ROLANDO VALDÉS CASTRO Y DRA. VERÓNICA TRICIO GÓMEZ

AVISO A LOS ESTUDIANTES.

La asignatura EERTDS oficialmente se inicia el lunes día 5 de septiembre de 2016, a partir de las 17 horas de España, mediante modalidad no presencial y utilización de videoconferencia por skype.

Todos los alumnos matriculados han sido invitados a formar parte del grupo: *Asignatura EERTDS-UNA* y con ellos hay previsto realizar la primera prueba antes del inicio real de las clases, día 12 de septiembre.

Los alumnos pueden ir realizando la lectura de los documentos que se han colgado en la plataforma como materiales didácticos del tema 1 para poder tener preparadas para el seminario preguntas sobre el tema.

Las tareas y actividades de los distintos temas se revisarán y realizarán durante los seminarios.

Figura 2. Asignatura sobre energías. Arriba: Acceso a la asignatura en la plataforma web. Abajo: Presentación de la asignatura en la plataforma web.

El curso EERTDS en la MID de la UNA, se impartió tomando como referencia su *Guía Docente* preparada por los autores y enmarcada en tres bloques principales: energía, energías renovables, tecnologías para el desarrollo sostenible. La figura 3 muestra un aspecto parcial de dicha Guía colocada en la plataforma virtual.

1. DATOS GENERALES DEL CURSO	
CURSO:	Maestría en Innovación Didáctica para la Ciencia y Tecnología
Profesores:	Rolando Valdés Castro, Verónica Tricio Gómez
INSTITUCIÓN:	Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Nacional de Asunción
MÓDULO:	Cursos optativos/Asignatura: Energía y energías renovables, tecnologías para el desarrollo sostenible
Modalidad:	Virtual
Carga horaria:	90 horas
Email:	rvaldes@ubu.es, vtricio@ubu.es
Lengua en que se imparte:	español
Tutorías:	Virtuales: martes
Fecha de impartición:	5/09/2016 al 7/10/2016

Figura 3. Aspecto parcial de la Guía Docente de la asignatura.

La Guía incluye, los aspectos siguientes: requerimientos al alumno, descripción general del curso, programa, cronograma, metodología, formas de evaluación y bibliografía recomendada. Se detallan dos de ellos.

- **Requerimientos al alumno matriculado en el curso.** Referidos a los conocimientos: conceptos previos de metodología de la investigación educativa y de la didáctica de las ciencias, nociones básicas sobre las TIC y de *softwares* para la realización de cálculos numéricos y analíticos, conocimientos sobre el papel de las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) en la enseñanza, estudios universitarios de matemática y física general. Referidos a las habilidades y tecnología disponible: poseer una computadora personal portátil con banda ancha de Internet, manejo de programas básicos como Excel y Word.
- **Metodología.** El desarrollo de las clases es realizado principalmente a través de videoconferencias mediante *Skype* y de la plataforma Moodle de la UNA. Los estudiantes escuchan exposiciones del profesor, participan en el análisis de situaciones problemáticas, solucionan problemas, utilizan artículos de investigación publicados en revistas de reconocido prestigio, trabajan en equipos, analizan la pertinencia de documentos audiovisuales y la importancia de los contenidos de aprendizaje para la formación científica, tecnológica y el desempeño ciudadano. Los alumnos deben redactar y presentar memorias sobre la resolución de los problemas tratados en clases.

3. Actividades desarrolladas mediante TICs

La asignatura EERTDS es de carácter transversal y amplio espectro de contenidos teóricos y prácticos. El aprendizaje se organizó mediante conferencias del profesor y seminarios realizados a distancia, así como también a través de tareas que, en dependencia de la complejidad, los alumnos solucionaban independientemente o por equipos.

3.1. Exposición de una Unidad

La figura 3 muestra algunas de las diapositivas de la exposición realizada por videoconferencia sobre el tema: Energías renovables y desarrollo sostenible. El objetivo de estudiar esta temática es que los alumnos conozcan los fundamentos físicos del uso de las energías renovables y adquieran nociones básicas sobre el funcionamiento de las tecnologías actualmente utilizadas.

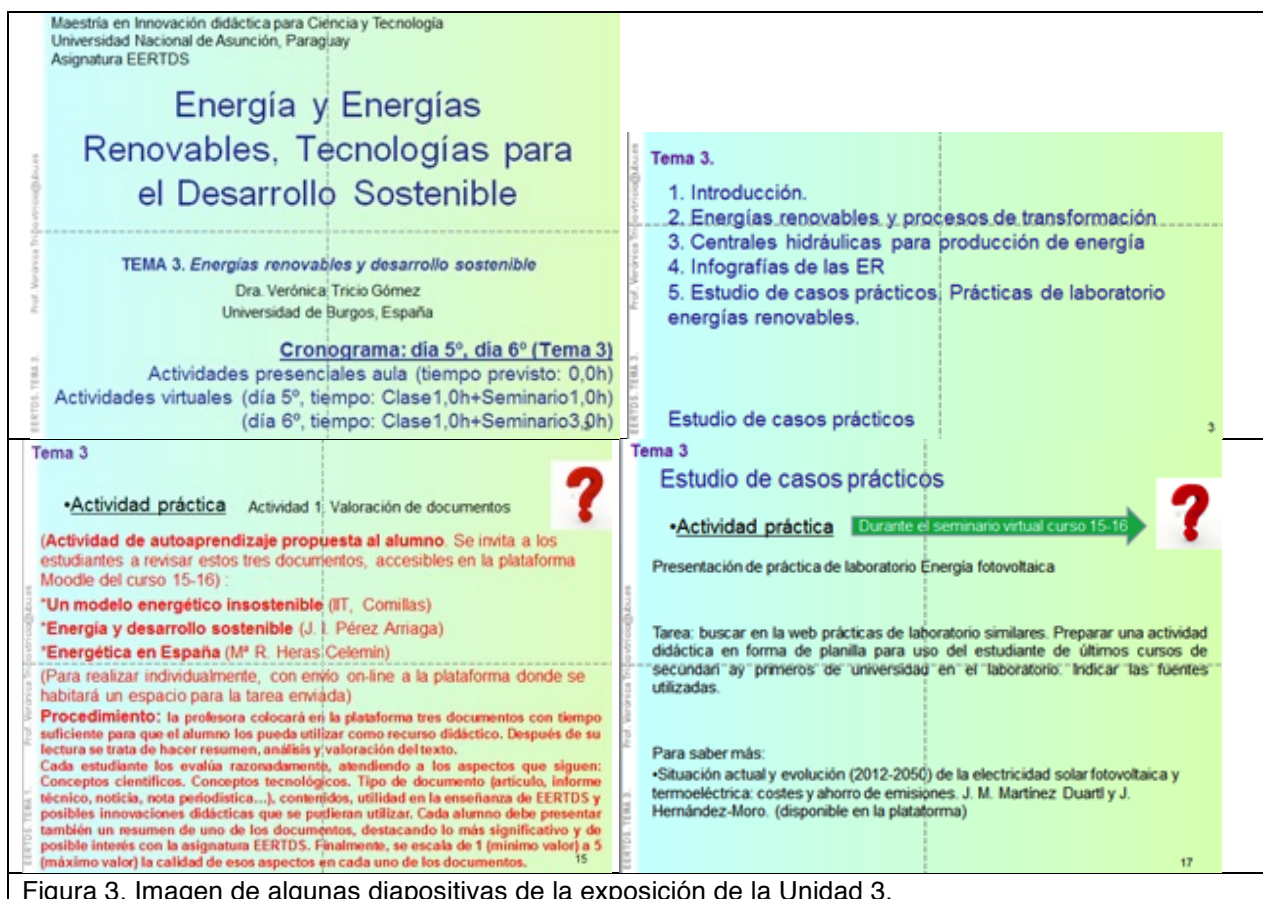


Figura 3. Imagen de algunas diapositivas de la exposición de la Unidad 3.

3.2. Planteamiento y resolución de problemas

La formulación de los contenidos de las asignaturas es habitualmente reducida al enunciado de temáticas de estudio. Este enfoque de lo que se denomina contenido de la enseñanza-aprendizaje no corresponde a una de las ideas claves de la educación científica de nivel universitario: la preparación de los estudiantes para la resolución de problemas de actualidad y trascendencia social. El planteamiento y la resolución de problemas es un elemento central de la actividad investigadora y no pueden ser entendidos simplemente como un método para aprender conocimientos ya establecidos. Son parte del contenido de las asignaturas.

Junto a las temáticas de estudio tiene sentido incluir en los contenidos de aprendizaje el enunciado de aquellos problemas de trascendencia para la ciencia, la tecnología y la sociedad, que los alumnos irán solucionando junto al profesor durante el aprendizaje de una materia determinada.

La resolución de los problemas a lo largo del curso se organizó atendiendo a los aspectos siguientes:

- A. Planteamiento de una situación problemática.** El profesor describe, con la participación de los estudiantes y apoyándose en sus ideas, el estado del medio ambiente, de la tecnología y de la sociedad y sus posibles conflictos. De este modo establece el contexto que demanda la resolución de los problemas incluidos en el contenido del programa de la asignatura y los enuncia.
- B. Planteamiento y resolución de tareas de aprendizaje.** El enunciado debe ser relativamente abierto. Por ejemplo: *de estimar el potencial de generación eléctrica de una turbina eólica en un lugar determinado*. De ahí la necesidad de acotar debidamente cada una de las situaciones presentadas. Atendiendo a las opiniones de los alumnos el profesor orienta la resolución del problema mediante una secuencia de tareas previamente diseñadas con todo detalle.
- C. Enunciado de nuevas cuestiones de interés.** Completada la solución de la problemática, se analizan colectivamente las limitaciones del estudio realizado y, sobre esta base, se precisan perspectivas para continuar avanzando en el análisis de la temática. Ello tiene su expresión concreta en el enunciado de nuevas tareas de aprendizaje.
- D. Redacción y presentación de una memoria sobre la resolución del problema.** La preparación de la memoria se realiza atendiendo a los aspectos siguientes:
 - Título y autores.
 - Resumen del trabajo en un párrafo.
 - Introducción. Planteamiento del problema, objetivos del trabajo y sus fundamentos teóricos.
 - Resolución del problema. Tablas y gráficos utilizados. Cálculos realizados y resultados finales.
 - Conclusiones. Logros y limitaciones del estudio realizado. Nuevas cuestiones de interés.
 - Referencias bibliográficas.

Los aspectos que componen la guía para la confección de la memoria se corresponden con la estructura de un artículo o informe de investigación.

3.3. Ejemplo de problema y secuencia de actividades

Examinemos el caso ya mencionado: *estimar el potencial de generación eléctrica de una turbina eólica en un lugar determinado*.

Si los alumnos ya han estudiado las tendencias de las emisiones de CO₂ a la atmósfera y del consumo de energía eléctrica en el mundo, comprenderán que es imposible enfrentar el futuro sin un cambio radical generalizado de los medios para la producción de electricidad. En este contexto resulta conveniente estudiar el principio de funcionamiento de los aerogeneradores y enfrentar la problemática indicada.

El profesor divide la solución del problema enunciado en una secuencia de actividades como las siguientes:

- Hallar la velocidad media anual del viento en la localidad de emplazamiento a distintas alturas.
- Precisar qué aerogeneradores podrían ser instalados dadas las características del viento

del lugar y la característica potencia eléctrica - velocidad del viento de cada uno. Decidir con cuál de los aerogeneradores estimar el potencial de generación eléctrica.

- Determinar la distribución probabilística de velocidades de Weibull o de Rayleigh correspondientes a la altura de instalación de la turbina según se haya decidido.
- Estimar la probabilidad de generación de electricidad por el aerogenerador considerado, es decir, qué parte del año se prevé que produzca energía eléctrica.
- Estimar la potencia media anual de generación de electricidad, la energía total que podría generar en un año.
- Evaluar el factor de carga del aerogenerador. Es decir, la capacidad que brinda el potencial eólico del lugar para aprovechar la potencia nominal (máxima) de la turbina.

Esas tareas son formuladas por el profesor a medida que la lógica de la resolución del problema demanda enfrentarlas. De este modo, los estudiantes las perciben como actividades necesarias al tratar una cuestión de interés para el desarrollo tecnológico y social del país.

3.4. Bibliografía en Internet utilizada por los estudiantes

Durante la resolución de los problemas enunciados en el contenido de la asignatura EERDTS los alumnos utilizaron las tecnologías de la información y las comunicaciones con los fines siguientes:

- Realización de cálculos mediante métodos numéricos. Resolución de ecuaciones, integración y ajuste de funciones a datos experimentales.
- Comunicación con el profesor y entre los propios estudiantes del curso.
- Búsqueda de información científico-tecnológica en la *web*. Específicamente, artículos que abordan el estado de la cuestión y han sido publicados en revistas de reconocido prestigio internacional.

A lo largo del curso los alumnos accedieron a recursos de Internet, como los siguientes: Página web de la Educación para la sostenibilidad (<http://www.oei.es/decada/index.php>). Portal de la agencia iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología (<http://www.dicyt.com/>). Documentos del Instituto para la Diversificación y ahorro de la energía de España (<https://www.idae.es/articulos/renewable-energies-spain>, <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables>).

4. Resultados y Conclusiones

En el contexto de la educación ante el nuevo entorno digital, se ha presentado la experiencia docente de una asignatura *on-line* sobre energías, que forma parte de los cursos de la Maestría de Innovación Didáctica para Ciencia y Tecnología, programa de postgrado que por primera vez se ha ofertado en la Universidad Nacional de Asunción en el curso 2015/16.

El proceso enseñanza-aprendizaje del curso ha proporcionado a los alumnos herramientas innovadoras didácticas y científicas necesarias para la labor docente, formándolos como agentes innovadores de los procesos educativos.

El curso ha sido impartido a distancia por los dos autores de esta comunicación. En el proceso formativo se han utilizado las TIC como herramienta y como entorno social. Además del correo

electrónico y la plataforma Moodle de enseñanza online, la videoconferencia por Skype ha sido el soporte habitual de comunicación durante las conferencias, los seminarios y clases prácticas.

Se han destacado algunas iniciativas, muy bien acogidas por los estudiantes, del bloque *energías renovables*, en el que están contenidos los conceptos de sostenibilidad y desarrollo sostenible, como uno de los grandes desafíos de la humanidad ante el problema energético y ambiental.

Referencias bibliográficas

Arias Ávila, N. y Tricio Gómez, V. (2013). *Cartilla para la enseñanza de las energías renovables*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos.

Molina Bonilla, A.; Carpio, J.; Castro, M.; Colmenar, A. (2010). Propuesta de un seminario virtual guiado aplicado a la enseñanza de las energías renovables. J. Sánchez (Ed.): Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Vol.1, 381-389, Santiago de Chile.

Rodríguez Cano, L.; Valdés Castro, R.; Tricio Gómez, V.; Lucio García J. (2018). Diseño de una planta eólica de hidrógeno en el laboratorio de alumnos a partir de una central experimental aislada de 70 kW. *Latin-American Journal of Physics Education*, Vol. 12, N°. 3.

Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *RUSC*, 1 (1), 1-16.

Sánchez-Duarte, E. (2008). Las tecnologías de información y comunicación (TIC) desde una perspectiva social. *Revista Electrónica Educare*, vol. XII, 155-162.

Valdés P y Valdés, R. (2014). Estudio del aumento de la concentración del CO2 atmosférico en un curso universitario inicial de ciencias. *Revista Iberoamericana de Educación* nº 65(2), 1-16.