



# CiberEduca.com

Psicólogos y pedagogos al servicio de la educación

[www.cibereduca.com](http://www.cibereduca.com)



**V Congreso Internacional Virtual de Educación  
7-27 de Febrero de 2005**

## **ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA PBL A LA ENSEÑANZA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES**

Jordi de la Hoz i Casas  
[Jordi.de.la.Hoz@upc.edu](mailto:Jordi.de.la.Hoz@upc.edu)

Oriol Boix Aragonés  
Sergi Fillet Castellà  
Alfredo de Blas del Hoyo

Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España,  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Comte d'Urgell 187, 08036 Barcelona,

## **Resumen**

La asignatura de libre elección “Energías renovables” se imparte en “l’Escola Universitària d’Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona”, “Campus d’Urgell” de la Universidad Politécnica de Cataluña.

La asignatura pretende acercar el campo de las energías renovables a los estudiantes de ingeniería de la EUETIB, así como dar una visión genérica de este tipo de energías en la actualidad. Es también objeto de esta asignatura profundizar en el campo de la energía solar, sea térmica o fotovoltaica, para ello se hace hincapié en los principales aspectos conceptuales de dichas instalaciones, en sus procesos de cálculo adaptados a la legislación vigente, y en como legalizar dichas instalaciones.

La metodología utilizada, desde el año 2003, para impartir esta asignatura se basa en la metodología PBL. En este artículo describiremos las motivaciones que nos indujeron a introducir dicha metodología, y cómo la utilización de dicha metodología ha incidido en la definición y desarrollo de los objetivos de la asignatura.

## **Índice de contenidos**

Antecedentes

Introducción

Objetivos de la asignatura

Metodología empleada y descripción del trabajo

Conclusiones

## **Contenido**

### **Antecedentes**

La asignatura de “Energías renovables” se viene impartiendo en la EUETIB, en el cuatrimestre de invierno, desde el año 1999. En sus inicios, la metodología utilizada se basaba en las clases expositivas, siendo los objetivos de la asignatura esencialmente teóricos.

El marco que introducía dicha metodología fomentaba una actitud pasiva por parte del estudiante, lo que se traducía en una baja participación del estudiante durante el transcurso de las clases. Tampoco favorecía a la participación de los estudiantes la errónea concepción que éstos tienen de las asignaturas de libre elección.

### **Introducción**

Sin duda la situación anteriormente descrita fue fundamental a la hora de plantearse un cambio en la metodología empleada en la asignatura de “Energías renovables”, pero no la única.

En el proceso de replanteamiento y desarrollo de la asignatura no hemos estado ajenos a las nuevas tendencias y acciones que en el marco universitario docente se están desarrollando. En este marco es cada vez más asumido que, sea cual sea el método de enseñanza utilizado, éste para alcanzar el éxito deseado debe implicar al dominio afectivo del estudiante. Debe motivar al alumno, y desarrollar en él una serie de actitudes y de valores.

En nuestro caso el giro metodológico introducido en la asignatura se ha debido al convencimiento que, tan importante o más que el aprendizaje de una serie de conocimientos por parte de los estudiantes, es que éstos desarrollen una serie de actitudes y aptitudes de trabajo que les fueran útiles en su vida profesional. Es discutible que los conocimientos adquiridos por los alumnos durante el transcurso de la asignatura puedan ser o no aplicados en su desarrollo de su vida profesional como ingenieros, lo indudable es que durante el desarrollo de su vida profesional los estudiantes deberán de desarrollar determinadas competencias inherentes al trabajo. Si estas actitudes y aptitudes no son como mínimo fomentadas durante el transcurso de la carrera deberán ser aprendidas por fuerza en el lugar de trabajo, con los inconvenientes y dificultades que este hecho puede acarrear.

Si una de las principales motivaciones para el cambio de la nueva metodología era motivar al alumno y fomentar en él el desarrollo de una serie de competencias, se decidió formular una serie de objetivos de nivel competencial que el alumno debería asumir durante el transcurso de la asignatura. Para enfatizar la importancia de los objetivos competenciales respecto de los cognitivos, se decidió dotarles con el mismo peso a la hora de calificar la nota final de la asignatura. Se pretendía demostrar de manera activa que el desarrollo de una serie de competencias como pueden ser, la planificación del trabajo, el trabajo en grupo o por ejemplo la evaluación de las actividades realizadas por los otros grupos, tenían el mismo valor e importancia que los conocimientos adquiridos en la asignatura.

### **Objetivos**

Conscientes, cada vez más, de la necesidad de formación continua que los ingenieros en el desarrollo de su futura actividad laboral deberán realizar, y que en muchos casos dicha formación continua será el resultado de un proceso de autoaprendizaje, nos decidimos a formular un objetivo genérico que permitiera a los alumnos ser conscientes de su capacidad en el desarrollo de un proceso formativo de autoaprendizaje.

Así pues, el objetivo genérico que formulamos a los alumnos fue desarrollar un proceso de autoaprendizaje dentro del área de las energías renovables, mediante el cual llegaran a alcanzar los conocimientos necesarios que les permitiera:

- Familiarizarse con los principales sistemas energéticos que utilizan fuentes de energía renovables.
- Entender los principios de funcionamiento de las instalaciones solares
- Entender cómo se dimensionan dichas instalaciones
- Conocer los procesos necesarios para legalizar dichas instalaciones

Se incidió durante todo el curso en la importancia que representaría los procesos de autoaprendizaje en el transcurso de su vida profesional, y como mediante dicho proceso se pueden obtener los resultados deseados.

No obstante, nos servimos del reto de desarrollar un proceso de autoaprendizaje por parte de los alumnos para que ellos pudieran a su vez desarrollar una serie de competencias. Estas competencias fueron formuladas como objetivos específicos a alcanzar por parte de los alumnos durante el transcurso de la asignatura, resultando su conjunto los objetivos competenciales de la asignatura.

Los objetivos que, a nivel de aptitudes y actitudes, debían atesorar los alumnos al finalizar la asignatura eran:

- Desarrollar unos criterios mínimos de planificación del proceso de autoaprendizaje.
- Saber hallar la información en los diferentes ámbitos del proceso de autoaprendizaje.

- Desarrollar i redactar los objetivos del curso, mediante la información adquirida, para poder llevar a término el proceso de autoaprendizaje.
- Utilizar el desarrollo de los objetivos como herramienta de trabajo para:
  - o Clarificar la realización de las tareas
  - o Planificar las tareas a realizar
  - o Realizar el seguimiento de las tareas

Por lo que se refiere a los objetivos formulados en el ámbito estricto del conocimiento, los alumnos al finalizar el curso deberían:

- Estar familiarizados con los principales sistemas de producción que utilicen fuentes renovables.
- Estar familiarizados con los diferentes grados de complejidad de un proyecto de una instalación de energías renovables.
- Haber adquirido los principales conceptos o fundamentos que rigen las instalaciones solares, tanto térmicas como fotovoltaicas.
- Haber adquirido los conocimientos básicos que les permitieran dimensionar las instalaciones solares, térmicas o fotovoltaicas.
- Haber adquirido una visión genérica sobre como legalizar una instalación de energía solar térmica y fotovoltaica.



Figura 1. Esquema de los objetivos de la asignatura de “Energías Renovables”

### **Metodología y descripción del trabajo**

Para poder desarrollar los objetivos formulados optamos por aplicar a la asignatura de Energías Renovables la metodología PBL, introduciendo en dicha metodología una serie de adaptaciones.

En el momento de optar por este tipo de metodología éramos conscientes de que existirían dos grandes escollos que dificultarían el transcurrir del curso. El primero de ellos era la limitación horaria. La asignatura de Energías Renovables consta de cuarenta y cinco horas, por lo que nos pareció poco viable aplicar la metodología PBL de manera estricta. El segundo gran escollo sería, sin duda, vencer la resistencia de los estudiantes ante esta nueva manera de proceder.

Para poder sortear dichos escollos decidimos que el proyecto, mediante el cuál los alumnos deberían alcanzar los objetivos anteriormente formulados, sería el desarrollo de un curso de formación en energías renovables. Nuestra intención fue que mediante el desarrollo del curso de formación propuesto llevaran a término un proceso de autoaprendizaje.

Intentamos vencer la resistencia de los alumnos contextualizando el proyecto en una hipotética situación real, cada grupo de alumnos formaba parte del departamento de formación de una empresa imaginaria a la que se le había encargado la realización de un curso de formación en energías renovables.

Dicho curso de formación constaría de cuatro apartados. El primer apartado del curso debería aportar una visión básica de los principales sistemas energéticos que utilizan como fuente primaria de energía los recursos renovables.

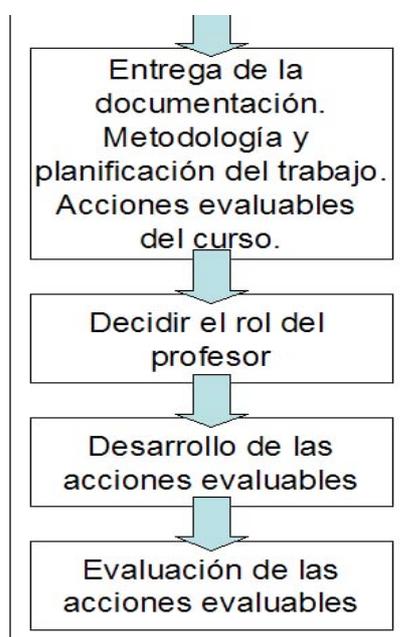
El segundo apartado consistiría en describir las instalaciones de energía solar térmica de agua caliente sanitaria, tipo de instalaciones, principio de funcionamiento, y elementos básicos de una instalación.

En el tercer apartado los alumnos deberían explicar cómo se dimensiona una instalación de agua caliente sanitaria. Para ello se ayudarían de un proyecto ya realizado, mediante el cual poder determinar las pautas y pasos a seguir en el dimensionamiento de una instalación. Debido a la limitación horaria, se optó por entregar a los alumnos un proyecto ya realizado, y no formular un proyecto para su posterior desarrollo.

Para finalizar, el cuarto y último apartado del curso consistiría en describir el procedimiento a seguir para la legalización de una instalación de agua caliente sanitaria.

A partir de aquí se intentó seguir, de la mejor manera posible, los pasos de la metodología PBL. Se propuso a los alumnos que evaluaran sus conocimientos y la necesidad de adquirir nuevos, que formularan un plan de trabajo y realizar el trabajo fundamental. Y los resultados obtenidos del proyecto.

La implantación de la nueva metodología se realizó aplicando el plan de trabajo que muestra la figura 2.



que no únicamente se aprendiese durante el curso, sino que cómo organizar durante el curso fuese un aspecto finalmente se propuso que evaluaran respecto de las necesidades del

nueva metodología se realizó trabajo que muestra la figura 2.

Figura 2. Planificación del trabajo en la asignatura de Energías Renovables.

Siguiendo la planificación del trabajo diseñada para la asignatura, durante la primera semana del curso nos centramos en describir la metodología PBL. En esta descripción hicimos hincapié en las ventajas de dicha metodología respecto a la metodología basada en las clases expositivas, y en el rol que jugaban tanto alumnos como profesores.

Durante la explicación y descripción de la nueva metodología, se remarcó el hecho que dicha metodología sería utilizada como una herramienta que nos permitiría a lo largo del curso diseñar y llevar a término un proceso de autoaprendizaje en el campo de las energías renovables, y que dicho proceso sería desarrollado generalmente dentro del horario lectivo de la asignatura. Además se acentuó la importancia de los objetivos competenciales respecto los objetivos cognitivos.

Acabamos la primera semana del curso formando los grupos de trabajo. Estos grupos estarían formados por cuatro o cinco alumnos como máximo, que trabajarían de manera conjunta durante el resto del curso. Una vez formados los grupos se les encargó la primera tarea, buscar toda la información posible sobre las diferentes clases de energías renovables.

En la segunda semana del curso cada grupo debía mostrar la información obtenida durante el proceso de búsqueda. Gracias a este proceso se pudieron constatar dos cosas, primera, la mayoría de grupos no habían planificado el proceso de búsqueda de información, y a resultas de ello había una gran cantidad de información duplicada. Segunda existía una gran diversidad en los diferentes grados de intensidad con los que los diferentes grupos habían realizado el trabajo, lo que empezaba a permitir distinguir el interés y motivación de cada grupo por la materia impartida.

A demás este proceso nos permitió volver a incidir en la importancia de la planificación de las tareas a realizar durante el curso, y como esta planificación podía optimizar los esfuerzos realizados.

En esta segunda semana también se entregó la documentación de la asignatura en formato papel y CD-Rom. En formato papel se entregó los objetivos de la asignatura, tanto competenciales como cognitivos, una descripción más detallada de la metodología PBL, y cómo se evaluarían la consecución o no de los objetivos formulados.

Aunque uno de los objetivos de la asignatura era saber buscar la información referente a las energías renovables, éramos conscientes que esta búsqueda sería, en tiempo, altamente costosa para los alumnos. Este hecho nos indujo a entregar una gran parte de la información gratuita que en la actualidad puede encontrarse en la red, y que sería necesaria para el correcto desarrollo del curso. No obstante, gracias a la conexión de internet existente en el aula, se mostró el procedimiento de búsqueda utilizado para hallar dicha información y cuáles habían sido las principales fuentes. Se enfatizó que dichas fuentes siempre acostumbraban a ser organismos oficiales y organizaciones no gubernamentales sin ánimo de lucro, y se entregó un listado con las direcciones de dichos organismos.

La información que se entregó en formato CD-Rom, constaba de:

- Una carpeta con artículos relevantes relacionados con las energías renovables.
- Una carpeta cuyo nombre era “Documentación de la asignatura” donde se podía encontrar la normativa del curso, la metodología, la distribución temporal del trabajo y de la evaluación de las tareas, y la bibliografía más relevante.
- Una carpeta con nombre “Documentación escrita” donde se podía encontrar un libro que describía las diferentes energías renovables, y un curso sobre energía solar térmica y fotovoltaica.
- Una carpeta con nombre “Documentación oficial” que contenía toda la información oficial de las diferentes instituciones, Ayuntamiento de Barcelona, “Generalitat de Catalunya”, Gobierno Estatal, y Unión Europea.
- Una carpeta con nombre “Materiales y fabricantes”.
- Una carpeta con nombre “Proyectos” donde se podían encontrar un conjunto de proyectos acerca del cálculo y dimensionamiento de instalaciones solares.

A partir de este instante empezaba el verdadero trabajo para los alumnos. La tarea a realizar por los alumnos, el curso de formación en energías renovables, estaba a su vez compuesto por cuatro tareas que harían referencia a cuatro niveles de conocimientos adquiridos:

- I. Energías renovables
- II. Instalaciones de energía solar térmica de agua caliente sanitaria
- III. Cálculo de instalaciones de energía solar térmica de agua caliente sanitaria
- IV. Legalización de instalaciones de energía solar térmica

Para cada tarea, o nivel de conocimiento, los grupos debían:

- Desarrollar y redactar una serie de objetivos específicos que les permitieran alcanzar el nivel máximo de conocimiento.
- Desarrollar una planificación de las tareas a realizar y su seguimiento.
- Desarrollar y planificar el trabajo de grupo como herramienta para poder adquirir los objetivos marcados.

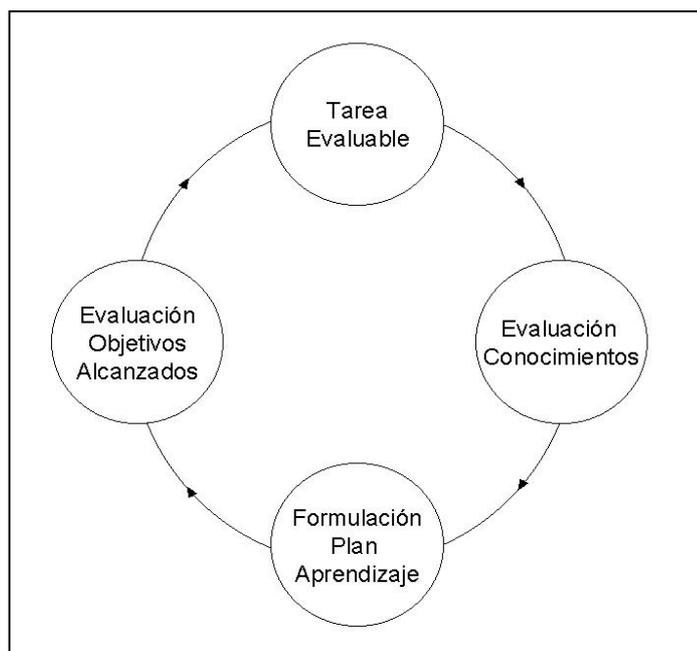


Figura 3. Proceso de trabajo para cada tarea evaluable basada en la metodología PBL.

La evaluación de cada tarea, o nivel de conocimiento, se realizó mediante la entrega de una documentación técnica y la posterior defensa de ésta ante un tribunal formado por alumnos de diferentes grupos de trabajo.

Únicamente quedaba por decidir cuál sería el papel que el profesor tendría en el aula durante el curso. No obstante los alumnos sabían que las tareas básicas del profesor en la metodología PBL eran:

- Formular los proyectos a realizar
- Facilitar el proceso de aprendizaje
- Facilitar los recursos para el aprendizaje
- Gestionar los conflictos de grupo
- Evaluar el trabajo diario de los diferentes grupos

Así pues, ¿los alumnos optarían por trabajar las tres horas semanales repartiéndose el “recurso” profesor? ¿Cómo se debería repartir este recurso? ¿Qué ventajas e inconvenientes introduciría este reparto? ¿Todos los grupos estarían de acuerdo?

Comenzaba así un proceso de reflexión en torno a cómo se debería desarrollar el trabajo en el aula, por parte de los alumnos y del profesor, que duraría una semana. En este tiempo todos los grupos debían realizar una propuesta de trabajo, para más tarde llegar a un consenso entre todos.

La solución adoptada por todos los grupos en este último año ha sido la siguiente. Teniendo la asignatura de Energías Renovables tres horas de clase semanales, distribuidas dos horas los martes y una hora los jueves, los alumnos optaron por trabajar los martes con la documentación que se les había entregado. Se trataba pues de utilizar dicha franja horaria para intentar adquirir los conocimientos necesarios que permitieran alcanzar los objetivos formulados. No obstante se dejaba los últimos diez minutos de clase para que los grupos pudieran poner en común las dudas que hubieran surgido durante su trabajo en el aula. Estas dudas eran reflejadas en una hoja, a modo de cuestionario, que serviría al profesor como esquema para la sesión teórica del jueves. De esta

manera la sesión de los jueves servía para aclarar y explicar aquellos conceptos teóricos que resultaban más difíciles de comprender. En el supuesto que no hubiera dudas, la sesión del jueves podía utilizarse, a petición de los alumnos para avanzar el temario de la asignatura por parte del profesor y facilitar el aprendizaje de los alumnos.

### **Conclusiones**

La implantación de la metodología PBL en la asignatura de Energías Renovables ha introducido una serie de mejoras respecto a los anteriores cursos.

Ha permitido a los alumnos realizar un trabajo en el ámbito competencial, desarrollando destrezas y habilidades imposibles de ejercer con la metodología de las clases expositivas. Queríamos destacar los resultados, muy satisfactorios, obtenidos en las tareas de presentación y evaluación de los trabajos.

Debido a la mayor interacción con el alumno, se ha podido realizar un trabajo más personalizado en el aula, que se ha traducido en una mayor consecución de los objetivos formulados.

Queremos destacar que las tres primeras semanas que se dedican a la introducción de la nueva metodología, y a la planificación por parte de los alumnos del trabajo a realizar durante el curso, son percibidas por ellos como una pérdida de tiempo. No acaban de entender porqué tienen que ser ellos los que planifiquen el trabajo, cuando esta tarea en la mayoría de las asignaturas de la carrera la realiza el profesor.

Aunque somos conscientes de dicha percepción por parte de los alumnos, y que esas tres semanas representan un porcentaje de tiempo elevado del curso, consideramos muy positivo introducir al alumno en el proceso de planificación de su propio trabajo.

Para finalizar diremos que la aplicación de dicha metodología ha permitido explicar una mayor parte del programa, aunque éste no se ha podido realizar de manera completa.

### **Bibliografía**

Kehoe, C.; Guzdial, M.; Turns, J.; "What we know about technological support for project-based learning" in *Frontiers in Education Conference*, Vol.2, pp. 918 -922

Juan L. Iglesias; *Problem-Based Learning in Initial Teacher Education*. *Prospects*, vol. XXXII, nº3, September 2002.

Madeleine Abrandt and Gunilla Öberg. *Questioning to learn and learning to question: structure and function of Problem-Based Learning scenarios in environmental science education*. *Higher Education*, 41: 263-282, 2001.

Willie Yip. *Students' Perceptions of the Technological supports for Problem-Based Learning*. *Education and Information Technologies*, 7: 4, 303-312, 2002.

©CiberEduca.com 2005

La reproducción total o parcial de este documento está prohibida sin el consentimiento expreso de/los autor/autores.

CiberEduca.com tiene el derecho de publicar en CD-ROM y en la WEB de CiberEduca el contenido de esta ponencia.

**® CiberEduca.com es una marca registrada.**

**©™ CiberEduca.com es un nombre comercial registrado**