

ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN LA ASIGNATURA DE FUNDAMENTOS DE FÍSICA

ANALYSIS OF A PROBLEM BASED LEARNING EXPERIENCE IN A FUNDAMENTAL PHYSICS COURSE

Jesús Planella

Xarxa de treball sobre metodologies docents, ICE. Universitat de Girona
jesus.planella@udg.edu

Lluïsa Escoda

Xarxa de treball sobre metodologies docents, ICE. Universitat de Girona
lluïsa.escoda@udg.edu

Joan Josep Suñol

Xarxa de treball sobre metodologies docents, ICE. Universitat de Girona
joanjosep.sunol@udg.edu

Resumen

La universidad debe formar titulados con perfiles que respondan a una demanda, activa, más interdisciplinaria y flexible. Titulados que asuman la formación continua y su adaptabilidad a la demanda socio-cultural, en continuo cambio, como una herramienta necesaria para su propio desarrollo y el de su entorno.

En este aspecto la universidad debe enseñar y educar. Debe enseñar a que el individuo redescubra su capacidad de aprendizaje y al disfrute de este don. La universidad ha de educar formando, al individuo en el aspecto de que no es el todo, sino que forma parte de un entramado en continuo cambio y que ha de saber adaptarse. Una nueva visión de la universidad se está gestionando basada en directrices y metodologías docentes diferentes respecto la visión clásica de Universidad.

En este documento se detalla una experiencia de aplicación de la metodología de aprendizaje basado en problemas, APB, en la materia de Física II de la titulación de Diseño Industrial en el curso 2005-06, en una de las unidades temáticas (electrostática y corriente continua) así como el resultado académico de la evaluación y autoevaluación. También se hace constar una comparativa con el resultado académico obtenido en los años anteriores para la misma temática.

Palabras clave: autoaprendizaje, autoevaluación, competencias, aprendizaje basado en problemas

Abstract

The university must form professionals with profiles that respond to a social demand active, more interdisciplinary and flexible. It must form people who assume the continuous formation and consider its adaptability to the socio cultural demand, in continuous change, as a necessary tool for their own development and the one of its surroundings.

In this aspect the university must teach and educate. It must teach to the students to rediscover his capacity of learning and to the benefit of this gift. The university has to

educate forming to the students in the aspect that they are not the whole, but they form part of a framework in continuous change and that there is important to know how to perform the own adaptation. A new vision of the university is being managed based on directives and different educational methodologies respect the classic vision of University.

In this document an experience of application of the methodology of problems based learning, APB, is detailed in the matter of Physics II of the degree of Industrial Design in course 2005-06. Specifically, it was applied in one of the course units (electrostatic and direct current). It is also analyzed the academic result of the evaluation and self evaluation. Also it is pointed out a comparative one with the obtained academic result in then previous years for the same thematic.

Keywords: self evaluation, self learning, competences, problem based learning

Introducción y objetivos

Desde hace tiempo se evidencia que las estrategias metodológicas utilizadas en la docencia de Física han de sufrir ciertos cambios. Los bajos niveles de motivación, de desarrollo del pensamiento crítico, de la capacidad por conectar los conceptos con las aplicaciones prácticas, de la capacidad de adquirir aprendizajes significativos. Estos aspectos combinados con la escasa capacidad de fomentar el desarrollo de habilidades de comunicación, de trabajo en equipo y de liderazgo, son problemas asociados directamente con el modelo de clase tradicional.

Las clases expositivas tradicionales, por si solas, no proporcionan el marco adecuado para estimular las habilidades del pensamiento crítico. Debido a la naturaleza de las preguntas típicas de las evaluaciones asociadas y de los problemas de los libros de texto, los estudiantes son inmediatamente entrenados dentro de una rutina de pensamiento algorítmico, buscando leyes y fórmulas que se apliquen ciegamente para obtener la respuesta correcta. Esta rutina de aprendizaje lleva al estudiante a la falsa creencia de que la Física es una ciencia aburrida y sin ninguna tipo de atractivo.

En este documento se detalla la experiencia que se ha llevado a término en la Escuela politécnica Superior de la Universidad de Gerona, UdG. Concretamente en la asignatura de Fundamentos Físicos para la ingeniería en el ámbito de la titulación de Diseño Industrial. El objetivo general de la actividad consiste en aportar a los alumnos los conocimientos básicos sobre campos eléctricos y teoría de circuitos, desde la base conceptual, pasando por la aplicación de los conceptos en problemas realizando un esquema del proceso, así como la utilización de las nuevas tecnologías aplicando como técnica el aprendizaje basado en problemas: **Project Based Learning** (APB) (Allen, Duch, Groh, 1997) y el correspondiente sistema de evaluación y **auto evaluación**.

Debido a que el conocimiento básico de Física de los estudiantes de primer curso es bastante diversificado, este método de aprendizaje se ajusta a la adquisición de las competencias correspondientes en la materia de Física de primer curso. El método consiste en una combinación de clases expositivas, aprendizaje

cooperativo y APB para poder cubrir el programa analítico de la unidad didáctica de Electrostática y Teoría de Circuitos.

Los objetivos de esta experiencia tienen diferentes vertientes:

- a. Asunción por parte del alumnado de los conceptos de Física de una forma diferente a la tradicional.
- b. Mejora en los resultados académicos
- c. Evaluación de los alumnos en las competencias, tanto generales como transversales, tal como se indica el Espacio Europeo de Enseñanza Superior, EEES, para un titulado en el ámbito científico - técnico.
- d. Proporcionar las herramientas necesarias para la auto evaluación tanto individual como colectiva por parte del alumno y del grupo en que esta incluido.

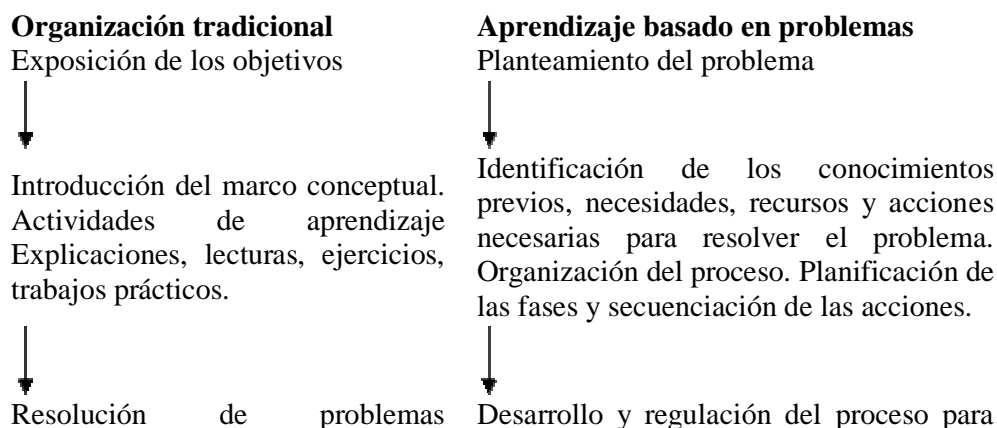
Para alcanzar estos objetivos se diseña un escenario APB específico para ayudar al alumno a adquirir las diferentes competencias necesarias, tanto generales como específicas, de la unidad didáctica. El proceso APB tiene una duración de tres semanas a 8 h/semana.

Finalmente, el documento incluye resultados comparativos con cursos anteriores y algunas consideraciones para mejorar este APB con el fin de conseguir una mejora en el aprendizaje de una materia que se considera difícil.

Se prevé, en un futuro, la extensión de este tipo de aprendizaje con la realización de material complementario y con el diseño de nuevos proyectos.

¿Qué es el aprendizaje basado en problemas?

El aprendizaje basado en problemas es una estrategia de enseñanza en la que se invierte la organización tradicional de los procesos de aprendizaje. Existen marcadas diferencias respecto el sistema de aprendizaje tradicional como puede apreciarse en el esquema (**Figura 1**)



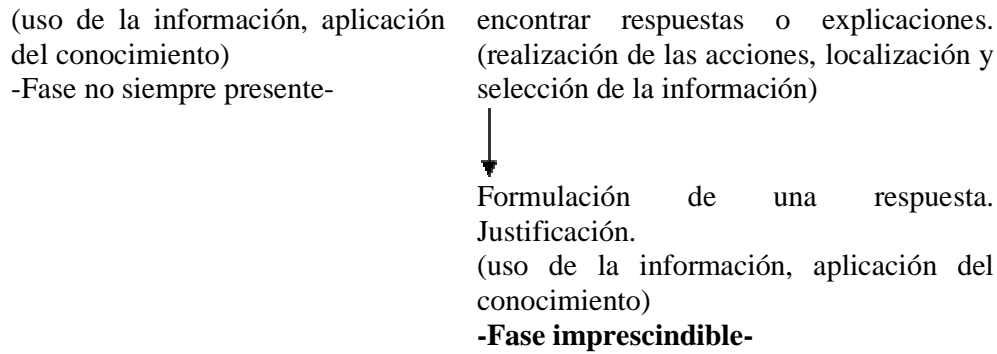


Figura 1. Esquema diferenciador entre el aprendizaje tradicional y el basado en problemas.

El valor de esta estrategia proviene en que se reproducen con bastante fidelidad los pasos que se siguen en los procesos de aprendizaje informal, aquellos que se aprenden de forma autónoma, habitualmente, al margen del entorno académico. En consecuencia el alumno se adiestra, aprende y desarrolla, un conjunto de habilidades que pueden ser de especial importancia en la autoformación necesaria al largo de la vida.

A pesar de no ser su finalidad principal, el aprendizaje basado en problemas se ha utilizado como alternativa a situaciones de la enseñanza caracterizadas por la desmotivación o para combatir la pasividad en los procesos de enseñanza/aprendizaje.

En el APB se parte de situaciones relevantes para el alumno o de importancia social. Exige una implicación del alumno en todas las fases del proceso. Por lo tanto, proporciona momentos de reflexión individual y colectiva, obligando al alumno a tomar decisiones relacionadas con las necesidades de su aprendizaje y a participar en la organización y ejecución de un proceso de investigación convenientemente modulado.

La organización que el profesor da a la actividad global favorece que las tareas se realicen trabajando en grupo cooperativo. En definitiva, uno de los ejes principales de esta estrategia es que el alumno trabaje con autonomía y de forma colaborativa, siendo capaz de generar y compartir ideas, de discutir y analizar su viabilidad, de ayudarse en el momento de realizar los pasos necesarios para localizar recursos y de proponer respuestas al problema planteado. Se trata de promover estrategias de enseñanza de carácter interactivo y dar una organización en el aula que evite la centralización en las acciones del profesor (**Figura 2**)

Estrategias expositivas (transmisión de la información procedente del profesorado)	Estrategias interactivas (elaboración del conocimiento a partir de la interacción entre el alumnado)
<ul style="list-style-type: none"> • Centradas en la actividad del profesorado, se basan en la transmisión del conocimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Centradas en la actividad del alumnado, en la tarea individual y en la interacción entre alumnos y también con el profesorado.

<ul style="list-style-type: none"> • Énfasis en la idea que el profesorado debe proporcionar una información directa, clara, estructurada y organizada que facilita la incorporación, o reelaboración en su caso, de conceptos (conductismo, constructivismo). 	<ul style="list-style-type: none"> • Énfasis en el papel que ejerce la persona que aprende y el entorno social en que lo hace. El alumno aprende mientras reelabora sus conocimientos, y desarrolla competencias, en la interacción con los compañeros y con el docente (constructivismo social).
<ul style="list-style-type: none"> • Explicaciones, lecturas, interacciones verbales (normalmente a partir de preguntas del profesorado), ejercicios, prácticas, trabajos escritos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje basado en problemas, trabajo por proyectos, estudio de casos, simulaciones (debates y otras escenificaciones), que requieren trabajo cooperativo. No se excluyen las explicaciones, interacciones verbales (normalmente a partir de preguntas del alumnado), ...
<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden organizar las clases según el esquema: <ul style="list-style-type: none"> - Inicio - Desarrollo - Ejercicio - Trabajo personal 	<ul style="list-style-type: none"> • Organización flexible, basada en la naturaleza de las tareas. Predomina el trabajo en grupo.

Figura 2. Resumen de diferentes acciones de descentralización de la docencia en la figura del profesor

Durante el proceso de interacción que mantiene el alumnado para analizar, entender y resolver el problema se intenta conseguir, junto el aprendizaje conceptual propio de la materia, el desarrollo de la capacidad de hacer un diagnóstico de sus necesidades, la toma de conciencia sobre la necesidad de trabajar en colaboración y el desarrollo de las habilidades de análisis, síntesis y comunicación de la información.

Así, el aprendizaje basado en problemas persigue que los conocimientos se adquieran o se aprendan a lo largo del proceso de resolución del problema y tome sentido en el contexto de la actividad que se realiza. El aprendizaje se obtiene en relación directa al problema y no de una forma aislada o parcial sin relacionarse a un contexto (Branda, 1997).

El trabajo cooperativo. Método de Jigsaw

La metodología docente para desarrollar cada una de las actividades cooperativas del presente proyecto esta basada en la conocida **Jigsaw** (Aronson,1978) debido a que se adapta perfectamente a las necesidades de la actividad, en la que existen diferentes conceptos a trabajar. Cada miembro del grupo trabaja con sus conceptos de forma individual y aporta su conocimiento al grupo. El Jigsaw pretende que trabajando de forma individual una parte de las tareas, cualquier miembro del grupo sea capaz de explicar la totalidad de la actividad propuesta al grupo. La suma de los trabajos individuales de todos los miembros del grupo completa la tarea y todos conocen los detalles de la tarea completa. Las etapas básicas son:

- 1.- Cada miembro del grupo se hace responsable de una parte de la tarea.
 - 2.- De forma individual cada alumno trabaja el aspecto que le corresponde.
 - 3.- Se hace una reunión de expertos, formada por todos los alumnos de diferentes grupos que trabajan el mismo aspecto. Validan el trabajo realizado y comentan como mostrarlo al resto de compañeros de su grupo.
 - 4.- Se reúnen los grupos. Cada miembro explica los resultados de su trabajo individual. Sus compañeros cuestionan y comentan las explicaciones.
- La suma de trabajos individuales de todos los miembros del grupo completa la tarea y todos conocen los detalles de la tarea completa.

La evaluación y autoevaluación

La finalidad de toda evaluación es la de orientar y ayudar a tomar decisiones relacionadas con el objeto de valoración. La evaluación se considera como el último principio que cierra todo el proceso y proporciona retroalimentación a los otros procesos implicados en el aprendizaje (Zabala, 2001). De esta manera se pueden mejorar las futuras acciones educativas y, evidentemente, el futuro proceso educativo. El sistema de evaluación tiene lugar en tres fases. En una primera fase se ha de concretar el tipo de información necesaria, la segunda fase tiene como objetivo la recogida de información y la tercera se basa en valorar la información y dar a conocer los resultados de la evaluación (Doménech, 1999).

En el APB se lleva a término dos tipos de evaluación. La primera es **la Evaluación Formativa**, que se desarrolla paralela al proceso educativo y permite una retroalimentación entre alumno y profesor que mejora el proceso. Muchas veces este proceso se desarrolla de forma intuitiva y se aporta la ayuda pedagógica necesaria adecuada en cada momento. A pesar de todo es conveniente tener una práctica más formalizada de este proceso mediante pautas o guiones de observación y registros de observación a nivel individual y de grupo que permitan realizar un seguimiento óptimo del proceso.

La segunda evaluación corresponde a **la Evaluación Sumativa o Final**. Esta evaluación tiene su eje fundamental en determinar si se han conseguido o no los objetivos propuestos. También da información de cómo mejorar y ajustar la ayuda pedagógica dada con las necesidades de los alumnos. Así la evaluación sumativa permite saber si el nivel conseguido es garantía para afrontar con éxito el aprendizaje de otros contenidos que estén relacionados con los que se desarrollan en el proyecto.

La evaluación, tanto formativa como sumativa, se realiza tanto de forma individual como colectiva.

Cuando se evalúa el trabajo en equipo es necesario considerar dos aspectos:

- a) El producto como resultado del esfuerzo del grupo. La evaluación corresponde al profesor y todos los miembros del grupo reciben la misma puntuación.
- b) La valoración de cada uno de los componentes del grupo. Cada estudiante del grupo evalúa a cada uno de sus compañeros según el esfuerzo individual realizado y su contribución al grupo. Se han

trabajado diferentes técnicas para la asignación de estas notas individuales a los componentes del grupo. La primera consiste en un listado de tareas y se determina el grado de participación de cada miembro del grupo en cada una de las tareas. En una parrilla el alumno debe puntuar a los miembros del equipo y a sí mismo. La segunda corresponde a las funciones del grupo y su parrilla tiene las tareas a desarrollar para que el grupo funcione correctamente. Es necesario evaluar aquí tanto al propio grupo como a los otros grupos que participan en el proyecto.

Competencias evaluadas

El objetivo general de la actividad es aportar a los alumnos los conocimientos básicos sobre campos eléctricos y teoría de circuitos, desde los fundamentos conceptuales, pasando por la aplicación de los conceptos en problemas, hasta realizar un esquema del proceso, así como la utilización de las nuevas tecnologías (TIC).

Esta actividad sigue la secuencia lógica en la introducción de las competencias, tanto generales como específicas, en el ámbito de la ingeniería y en concreto las referentes al área de Física. Este factor implica obtener con éxito la mayoría de estas competencias una vez finalizado el trabajo. Las competencias evaluadas en el presente trabajo se exponen a continuación:

Competencias genéricas:

- 1.- Conocimientos de Física aplicables a la titulación.
- 2.- Capacidad de análisis y de síntesis.
- 3.- Capacidad de organización y planificación.
- 4.- Comunicación escrita.
- 5.- Resolución de problemas y análisis crítico de resultados.
- 6.- Trabajo en equipo.
- 7.- Razonamiento crítico.
- 8.- Aprendizaje autónomo.

Competencias específicas:

- 1.- Aprender a utilizar las unidades de las magnitudes físicas utilizadas.
- 2.- Calcular los diferentes tipos de errores asociados a la medida de las magnitudes físicas.
- 3.- Conocer las leyes que describen los efectos de las fuerzas sobre el movimiento de los objetos y sus aplicaciones.
- 4.- Conocer las leyes que describen los efectos de las fuerzas electrostáticas sobre diferentes objetos con carga y su aplicación.

- 5.- Describir y calcular las diferentes manifestaciones energéticas asociadas al movimiento, posición y carga de los objetos.
- 6.- Evaluar las repercusiones medioambientales del uso de las fuentes de energía utilizadas habitualmente, con el objetivo de tomar actitudes de defensa del entorno.
- 7.- Observar analíticamente información científica en forma de imágenes, como circuitos eléctricos, maquetas,...tanto reales como en soporte informático.
- 8.- Conocer la estructura eléctrica de la materia, en particular de aquellas formas de mayor interés en electrónica: metales, dieléctricos y semiconductores.
- 9.- Conocer las leyes que describen los efectos del campo eléctrico sobre cargas eléctricas y los materiales.
- 10.- Calcular los campos eléctricos y potenciales generados por diferentes distribuciones de carga en reposo o en movimiento, tanto libres, como ligadas en dieléctricos.
- 11.- Describir y formular el comportamiento de los componentes eléctricos en régimen estacionario.
- 12.- Calcular la distribución de corrientes y potenciales en un circuito estacionario.
- 13.- Aprender los fundamentos de las técnicas experimentales. Utilizar material de laboratorio, y aprender su buen uso.

Aparte de estas competencias, también, se tienen en consideración y posterior evaluación, un conjunto de actitudes, valores y normas encaminado a obtener con éxito las diferentes competencias. Entre estas actitudes, valores y normas evaluadas cabe destacar entre otras:

- a) Valoración del diálogo como medio de comunicación y como sistema de resolución de conflictos interpersonales y grupales.
- b) Valoración del método científico como método para dar respuestas a los fenómenos, admitiendo la amplitud del término: método científico.
- c) Hábito de observar el entorno físico.
- d) Interés por dar explicaciones a aquellos fenómenos que les son familiares, siempre que la interpretación esté a su alcance.

Para diseñar el proyecto APB se tienen en cuenta las diferentes fases que se involucran en este proceso de aprendizaje (Branda, 1997): Planteamiento del problema, delimitación del problema, planificación y finalmente delimitación del trabajo individual y del colectivo. En estas fases se concreta al alumno: 1) las competencias, tanto generales, específicas como transversales que se han de conseguir para superar con éxito el proyecto; 2) las diferentes actividades (**Figura 4**) con la temporización correspondiente necesaria para conseguir las competencias; 3) el sistema de evaluación y de auto evaluación tanto individual como de grupo y 4) se consensúa el porcentaje de puntuación.

La organización de todo el trabajo tiene lugar mediante una guía que se entrega a los alumnos una vez se les ha presentado el proyecto. La guía consta de diferentes partes:

- a) Una presentación del proyecto.
- b) Un recordatorio de los conocimientos teóricos relacionados con el proyecto.
- c) Listado de las diferentes herramientas necesarias para la realización de las tareas, sobre las cuales se fundamenta los cálculos para la realización del proyecto.
- d) Listado de escenarios y temporización (plan semanal).
- e) Pautas de evaluación y auto evaluación de las diferentes actividades evaluadas (evaluables) tanto individuales como colectivas.

Se diseñan las actividades de aprendizaje con una doble finalidad. Por una parte permiten guiar al alumno en su tarea de autoaprendizaje y por otra permiten evaluar, tanto al alumno como al profesor, el éxito de asumir las diferentes competencias. Estas actividades se pueden clasificar en:

- 1.- Identificación de los estados iniciales y finales de diferentes situaciones relacionadas con el proyecto.
- 2.- Realización de un esquema relacionado con el fenómeno o fenómenos físicos implicados.
- 3.- Identificación de las diferentes fuentes de energía y sus medios de transmisión.
- 4.- Realización de problemas de física para interpretar datos y medidas y obtener resultados que serán contrastados con los cálculos realizados en el proyecto.
- 5.- Realización de diferentes problemas relacionados con la acción del campo eléctrico y la teoría de circuitos con el objetivo de diferenciar el campo electrostático del electrocinético.
- 6.- Elaboración de un cuadro resumen de magnitudes, unidades y relaciones entre ellas para las diferentes magnitudes trabajadas.
- 7.- Lecturas informativas sobre los diferentes conceptos tratados en el proyecto.
- 8.- Utilización de las nuevas tecnologías en el proceso de autoaprendizaje por parte del alumno.
- 9.- Confección de dibujos y esquemas.

El plan semanal está dividido en actividades evaluadas (evaluables), con las correspondientes indicaciones de tiempo de dedicación, escenarios y, así como, los criterios utilizados para su evaluación. Además cada actividad evaluada permite su corrección y posterior evaluación. En cada grupo formado por tres miembros se proponen roles. De esta forma cada miembro de la reunión tiene un rol y las reuniones finalizan en el tiempo establecido y con resultado. Una simplificación del plan semanal para el alumno se representa en la **figura 3**

Semana 1	Presentación proyecto 20' Conceptos 1 h	Problemas 40 min	Estudio 1 h	Preparación A3 2 h	Diseño proyecto A1 Organización trabajo en equipo 1h	Entrega A1 20' Preparación A2 1h 40'
Semana 2	Problemas Entrega A2 2 h	Problemas 2 h	<i>Correcciones</i> A1 20'	Estudio 1h 20'	Preparación A3 2 h	Entrega A3 <i>Correcciones</i> A2 20'
Semana 3	<i>Correcciones</i> A3 10'	Preparación A4 3 h	Entrega y discusión A4 30'	<i>Corrección</i> A4 20'	Entrega Final <i>Corrección</i>	

Figura 3. Planificación y temporización de las diferentes tareas realizadas por el alumno en él

Implementación del APB

Al diseñar el proyecto APB se consideran las diferentes fases que involucran este proceso de aprendizaje (Branda, 1997):

1) El proyecto que se plantea desencadena un cierto interés en el alumnado y al mismo tiempo se adapta al nivel de competencias necesario dentro del contenido curricular del alumno. También está convenientemente contextualizado a partir de la trama de la última versión, en vídeo, de la película de Frankenstein. Un fotograma seleccionado de la película permite formular la cuestión que es el eje del proyecto: “¿Es posible reproducir el experimento que se ve en la película para resucitar a Copito de Nieve?”

Sinopsis:

El barón Frankenstein, un científico obsesionado con el sueño de crear vida, roba cadáveres de los cementerios para sus experimentos, junto a su ayudante Fritz. En su laboratorio, una noche consigue revivir un cadáver reconstruido a base de fragmentos de personas muertas....

1) Para responder una pregunta tan genérica y multidisciplinar como la que se postula, concientes de que los alumnos son de primer curso, es necesario reorientar el proyecto hacia la unidad didáctica de electrostática y teoría de circuitos. Se formula al alumno dos preguntas para reconducirlo hacia la pregunta clave:

- De acuerdo con las dimensiones de la torre del castillo, ¿Cuál sería la distancia entre el punto más alto de la torre y las nubes, necesaria para producir una descarga eléctrica que pudiera generar un voltaje suficiente para no carbonizar a Copito?

- Considerando que el rayo genera un potencial determinado en un conductor esférico, y que éste se conecta con un hilo conductor de cobre de sección 10 mm^2 que recorre toda la pared de la torre hasta llegar a la base donde se encuentra el cadáver de Copito conectado a la toma a tierra, ¿Cuál sería el valor de la intensidad de corriente para reanimarlo?

2) Una vez presentado el proyecto cada grupo de trabajo explicita el proyecto y lo contextualiza. Seguidamente, de forma individual en primer lugar, y posteriormente en el marco de trabajo del grupo se establece cuáles son los conocimientos previos de los alumnos y cuáles son las preguntas específicas que se han de resolver. En esta fase, el alumno recibe **una guía didáctica (Figura 5)** que incluye toda la documentación necesaria para que pueda realizar el proyecto.

3) En la fase siguiente, el alumno, planifica el proceso, decide las acciones a seguir y plantea los recursos de que dispone. Esta autonomía de decisión en el autoaprendizaje se va adquiriendo progresivamente. En el presente proyecto, el alumno es de primer curso y no tiene aún la experiencia necesaria. Es por este motivo que en la guía didáctica, se dispone de un conjunto de actividades individuales y colectivas, evaluables y no evaluables que orientan al alumno hacia el autoaprendizaje (**Figura 6**).

4) Se aplica el plan de trabajo. La ejecución de las diferentes tareas incluye que cada integrante del grupo asuma el trabajo que le corresponde distribuido por el alumno experto del grupo (Markham, Mergendoller, Larmer 2003). Esta fase corresponde a una etapa interactiva entre los diferentes individuos que forman el grupo y los otros grupos y con el profesor (Cohen, 1994). En esta fase el alumno sabe cual es su tarea, que finalidad tiene y de que acciones y recursos dispone.

Al iniciar el trabajo, el alumno, conoce los objetivos y las competencias de las que será evaluado. En este aspecto el alumno reconduce su autoaprendizaje para adaptarlo a su ritmo personal. Esto conlleva actividades de auto evaluación y de corrección que se tienen en consideración este proceso (Pedersen, 2003). En esta fase también se redacta las conclusiones individuales por parte de cada individuo del grupo.

5) La última fase corresponde al trabajo en grupo. La organización del trabajo obliga a revisar la tarea de cada miembro del grupo. Esto hace que cada individuo presente el resultado de su trabajo a los miembros restantes del grupo para que cada uno pueda entender la tarea realizada así como los resultados que se derivan. Corresponde a la etapa de explicaciones individuales e interacción con el grupo. Esta parte individual incide en la capacidad individual de describir, explicar y argumentar las propias acciones y resultados obtenidos. El alumno razona y sintetiza la información. También promueve la capacidad de evaluación mutua y el aprendizaje de los compañeros del grupo y sin olvidar que cada alumno puede incidir en la tarea del otro para mejorarla (reflexión del aprendizaje colectivo y del autoaprendizaje)

Cada grupo comunica oralmente, a los otros grupos, los resultados obtenidos así como los argumentos necesarios (Allen, 1997; Rhem, 1998).

Actividades individuales	
	<ul style="list-style-type: none"> ● Extracción de la información a través del video. ● Lecturas informativas ● Recerca de información.
Actividades colectivas	
	<ul style="list-style-type: none"> ● Realización de problemas individuales y colectivos (“Fes-ho tu”) ● Elaboración de esquemas y dibujos. ● Realización de problemas en grupo. ● Elaboración de un mapa conceptual. ● Debates. ● Comentarios de los fenómenos implicados en el esquema. ● Trabajo de síntesis y crítica de los resultados obtenidos.

Figura 4. Resumen de las diferentes actividades diseñadas tanto evaluables como no evaluables

<i>2a Fase: Planificación del proyecto. Delimitación de recursos y acciones.</i>
<ul style="list-style-type: none"> ● Organización en grupos. ● Concreción de recursos necesarios (material) <ul style="list-style-type: none"> ➤ <u>Guía didáctica del proyecto.</u> ➤ <u>Lista de conocimientos previos.</u> ➤ <u>Soporte didáctico de los conocimientos necesarios.</u> ➤ <u>Lista de problemas de soporte didáctico.</u> ➤ <u>Lista de problemas para el trabajo en grupo.</u> ➤ <u>Problemas individuales (Hazlo tu!)</u>

Figura 5. Resumen de las diferentes acciones y recursos

Nº evaluable	Evaluable	Evaluación	Porcentaje
A1	Situar el problema en contexto: 1. Dibujo esquemático a escala del experimento. 2. Describir, desde el punto de vista teórico, los diferentes fenómenos naturales implicados: Tormenta y efecto punta.	Grupo	10 %
A2	Herramientas teóricas necesarias par desarrollar el proyecto: 1. Ecuaciones físicas y matemáticas.	Grupo	10 %
A3	Resolución y entrega de problemas procedentes: 1. Fes-ho tu! 2. Listado de problemas de grupo.	Individual	40 %
A4	Presentación de resultados: 1. Presentación escrita 2. Razonamiento crítico de los resultados obtenidos	Grupo	40 %

Figura 6. Resumen de las diferentes actividades evaluables (AV) junto con los varemos de puntuación

Implementación de la evaluación y la autoevaluación

Los resultados que permiten evaluar el proyecto consiste en una recogida de datos y observaciones, fáciles de obtener, y que reflejan las diferencias en la realización del proyecto en las diferentes actividades. Los primeros datos a comparar están asociados al propio trabajo de los alumnos. La actividad tiene un resultado final de grupo. Cada grupo entrega su correspondiente informe. En el informe se ha de

indicar las diferentes actividades realizadas, cómo las han realizado, los resultados alcanzados y las conclusiones de grupo. También algunos miembros del grupo y de forma individual responde aun cuestionario que indica si cualquier miembro del grupo es capaz de explicar la totalidad de la actividad y no, únicamente, la actividad realizada por el. De esta forma se identifica la interdependencia positiva entre los miembros del grupo.

También se recoge los datos del propio documento de auto evaluación que el alumno hace de su participación en la actividad y la de sus compañeros respondiendo los correspondientes cuestionarios de auto evaluación. Así como la evaluación de cada alumno correspondiente a su tarea individual. Esta información permite modelar la nota de grupo con la nota de participación individual de cada alumno.

Finalmente se recogen un conjunto de observaciones, opiniones y anotaciones que el docente realiza a lo largo del proyecto relacionado con el desarrollo de éste (normas, valores y actitudes) rellenado unas plantillas de evaluación.

Resumiendo la nota final recoge los resultados de la actividad, la opinión de los alumnos y las observaciones del profesor.

Resultados de la Implementación del APB

Para elaborar resultados comparativos entre el sistema tradicional, basado en una prueba global de la materia al final del cuatrimestre, con el sistema ABP, se extraen los resultados académicos del bienio 2003-2005 relacionados con la unidad didáctica. En la **figura 7** se aprecia una similitud en el número de alumnos que superan la materia que corresponde entre un 32-36 % del total de los alumnos presentados.

En el segundo cuatrimestre del curso 2005/06 se realiza el proyecto APB, considerando que los alumnos, también se evalúan con el método tradicional establecido en la UdG. En esta prueba final se procura evaluar aquellos conceptos específicos de la unidad didáctica aplicados en el proyecto Frankenstein. El objetivo consiste en apreciar si el desarrollo del proyecto APB mejora la estadística referente a los alumnos que superan el curso en la unidad didáctica trabajada. Se observa, que en la prueba final, los alumnos que superan la materia representan un 64%, evaluando las competencias tradicionales.

Si se evalúan las competencias correspondientes al nuevo marco EEES, el numero de alumnos que superan la actividad pasa a ser de 94% del total de los alumnos presentados. Evidentemente, esta última cifra, no es comparable con la obtenida en el método tradicional debido a que se evalúan competencias diferentes.

Unidad Electrostática y Corriente continua

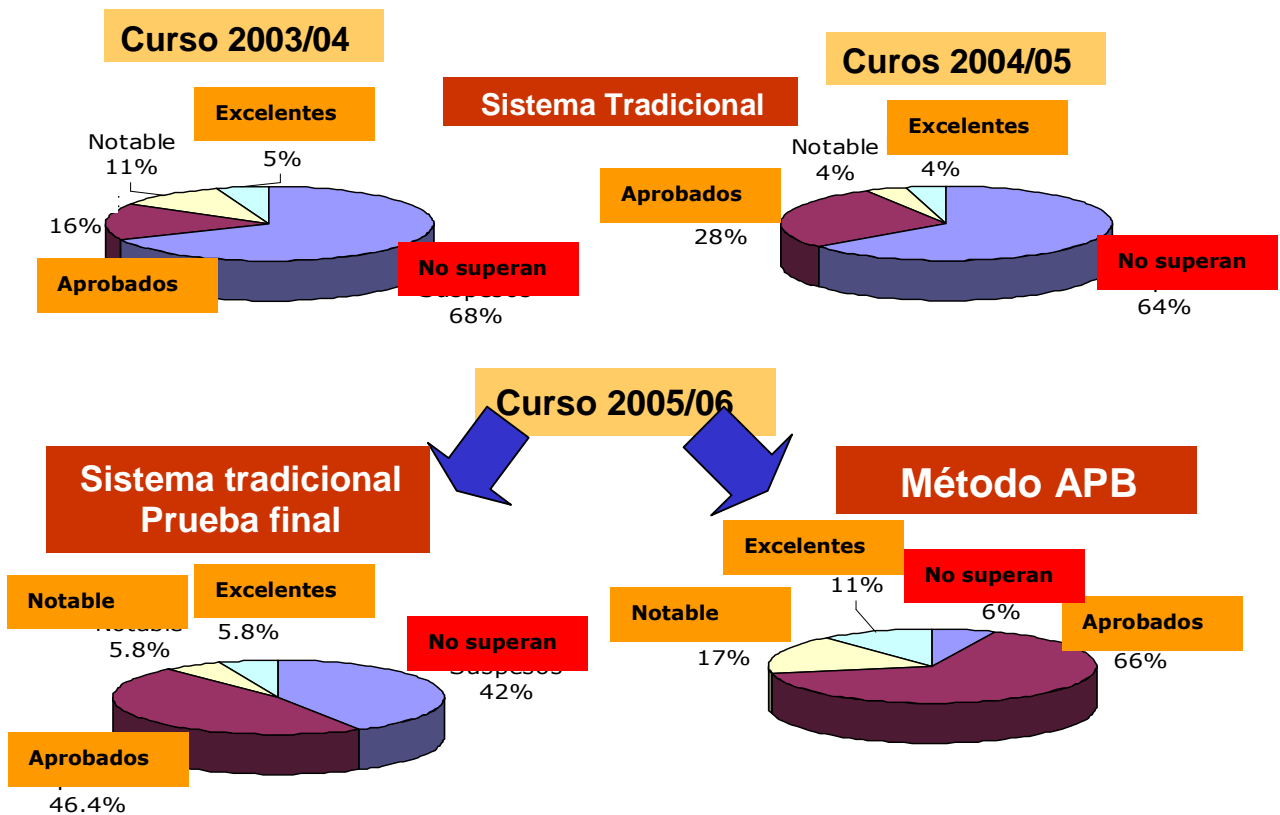


Figura 7. Gráficos comparativos de los resultados académicos obtenidos desde el curso 2003/2004 hasta el 2005/2006 dentro del sistema tradicional y utilizando el método APB

Conclusiones

Si se compara los resultados obtenidos en este trabajo con los obtenidos años anteriores utilizando el método tradicional, el número de alumnos que han superado con éxito los objetivos de la unidad pasa de 35 % al 64 %. En cambio, no mejora substancialmente el valor numérico de la puntuación, dejando las mejores puntuaciones en porcentajes similares (alrededor del 5%) y desplazando la franja de aprobados hacia un porcentaje mayor. Si se evalúan las competencias correspondientes al nuevo marco de Enseñanza Superior (EEES), se concluye que las han asumido satisfactoriamente un 94% de los alumnos presentados.

Evidentemente, la comparación de los resultados académicos entre los dos sistemas educativos (sistema tradicional y APB) no son comparables debido a que se evalúan competencias diferentes. La metodología EEES evalúa competencias que en el marco de enseñanza tradicional no son evaluadas.

Fecha de cierre de la redacción del artículo 22 de mayo de 2009

Planella, J.; Escoda, L. Suñol, J.J. (2009). Análisis de una experiencia de aprendizaje basado en problemas en la asignatura de Fundamentos de Física. *Red-U. Revista de Docencia Universitaria. Número 3*. 1 de junio de 2009. Consultado el [dd/mm/aaaa] en http://www.um.es/ead/Red_U/3/

Bibliografía

- Allen, D.E.; Duch, B.J.; Groh, S.E. (1997). "The power of problem-based learning teaching introductory science courses". En L.Wilkerson y W.H. Gijssels. *Bringing problem based learning to higher education : Theory and practice* (pp 43-52). San Francisco: Jossey-Bass.
- Aronson, E., Blaney, N., Stephan, C., Sikes, J., Snapp, M. (1978). *The Jigsaw Classroom*, Sage,
- Branda, L.A. (1997) *Implementing problem based learning*. J.Dent. Educ., 54 (pp 548-549)
- Cohen, E.G. (1994). *Designing groupwork: Estrategies for heterogeneous classrooms*. New York: Teachers College Press
- Doménech, F. (1999). *La evaluación educativa Proceso Universitario/Aprendizaje Universitario*. Universitas (pp133-175)
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., Smith, K.A. (1991). "Cooperative learning: Increasing College Faculty Instructional Productivity", ASHE-ERIC Higher Education Report, 4, George Washintong University
- Mackinnon, M.M. (1996). "Core elements of student motivation in problem based learning". En M.Theall(Ed) *Motivation from within: Approaches for encouraging faculty and students to excel* (pp 49-58) San Francisco: Jossey-Bass
- Markham, T; Mergendoller, Larmer J. (2003). *Project Based Learning Handbook*. (2Ed). Buck Institute for Education
- Pedersen, S. (2003). Motivational orientation in a problem based learning environment. Journal of Interactive learning Research 14: (pp 51-77)
- Rhem, J. (1998). "Problem based learning. An introduction". Disponible en <http://www.ntlf.com/>
- Zabala, M.A (2001). *Evaluación de los aprendizajes en la Universidad* Didàctica Universitària. Madrid (pp 261-291)