

**JUNIO  
de  
2014**

MORÁN MARTÍN, M.; CHARFOLÉ DE JUAN, J. F.; DELGADO PASCUAL, M.; GUTIÉRREZ FERNÁNDEZ, Y.; HERNÁNDEZ RAMOS, P.; PÉREZ IGLESIAS, J. L.; REVILLA MARTÍN, I.; VIVAR QUINTANA, A. M.

UNIVERSIDAD DE  
SALAMANCA

PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE: ID2013/314

# **[APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN LOS GRADOS DE INGENIERÍA]**

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN.....  | 2  |
| OBJETIVOS.....   | 3  |
| ACTIVIDADES<br>DESARROLLADAS.....  | 4  |
| METODOLOGÍA.....   | 8  |
| ANÁLISIS DE LOS INFORMES ENVIADOS POR LOS<br>DOCENTES.....   | 9  |
| EXPERIENCIAS EN EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP) EN LOS<br>GRADOS DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA E.P.S. DE<br>ZAMORA.....                              | 11 |
| DISEÑO DE UN CURSO CON LA METODOLOGÍA DEL ABP PARA LAS MATERIAS DE<br>LOS GRADOS DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA<br>SUPERIOR DE ZAMORA..... | 17 |
| BIBLIOGRAFÍA.....  | 21 |

## 1.- INTRODUCCIÓN

La adaptación de las enseñanzas universitarias al Espacio Europeo de Educación Superior (en adelante EEES), ha supuesto una gran oportunidad para introducir nuevas metodologías docentes e innovación en los procesos de educación. Es evidente que el Proceso de Convergencia Europea iniciado en Bolonia supone la demanda de nuevas titulaciones, nuevos planes de estudio y nuevos modelos pedagógicos que respondan a las necesidades sociales emergentes. La universidad a través de los procesos formativos, debe asegurar la competencia y la calidad en la práctica profesional, y proponer actividades que además de estimular la ejercitación repetida, desarrollen los procesos de pensamiento crítico (1).

El proceso de aprendizaje que en la actualidad debe seguir un estudiante de ingeniería supone un desafío, debido a la gran cantidad de información disponible, a la complejidad creciente de los problemas a los que se debe enfrentar, a la globalización de los mercados, a las actividades emergentes relacionadas con el medio ambiente y el uso de las nuevas tecnologías y su impacto en todos los ámbitos de la actividad humana (2 y 3). Estos retos exigen un cambio en el enfoque pedagógico encaminado a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje haciendo que sea más multi-metodológico y multididáctico, que fomente la autonomía cognoscitiva, enseñe al estudiante a utilizar el error como una oportunidad más para aprender y busque potenciar el desarrollo de competencias genéricas como: el aprender a aprender, organizar y planificar, analizar y sintetizar, aplicar los conocimientos a la práctica, expresarse con claridad de manera oral y escrita en la propia lengua, capacidad crítica y autocrítica, trabajar de forma colaborativa, capacidad de iniciativa y liderazgo y conocer una segunda lengua (4 y 5). Estos aspectos han sido recogidos en los criterios para la acreditación de programas de ingeniería en las diversas instituciones responsables de éste proceso, como el ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) en los Estados Unidos (6).

Entre las diversas metodologías para desarrollar las competencias mencionadas en los estudios de ingeniería se pueden señalar: el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje orientado por proyectos y el aprendizaje basado en problemas (ABP), entre otras (7, 8, 9, 10, 11 y 12). Estas metodologías se han visto favorecidas con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC, las cuales, en el caso de la ingeniería, implican la utilización de plataformas en Internet para el desarrollo de actividades de formación, laboratorios virtuales y experimentación remota, interfaces web para visualizar contenidos, junto con herramientas de simulación específicamente diseñadas para desarrollar habilidades y destrezas en los futuros ingenieros (13 y 14).

El aprendizaje basado en problemas (ABP) como enfoque pedagógico se emplea desde la década de 1960. Sus primeras aplicaciones fueron tal vez en la Escuela de Medicina de la Universidad de Case Western Reserve en Estados Unidos y en la Universidad de McMaster en Canadá. En Estados Unidos, la Universidad de Nuevo México fue la primera en tener un programa académico con un currículo basado en este enfoque.

Son muchas las definiciones que distintos autores han elaborado sobre el ABP, pero siguiendo a McGrath D. podemos definirlo como «método de aprendizaje en grupo que usa problemas reales como estímulo para desarrollar habilidades de solución de problemas y adquirir conocimientos específicos». (15)

El fundamento básico del ABP consiste en sustentar el aprendizaje de los estudiantes en el trabajo individual y el trabajo en grupo (cooperativo) a través del análisis de situaciones o problemas próximos a la vida real y profesional (16).

De acuerdo con lo expuesto, se puede señalar como características básicas de este enfoque:

- El aprendizaje se centra en el estudiante, que asume una mayor responsabilidad en su propio aprendizaje (aprendizaje autodirigido). Dicho aprendizaje se produce en grupos pequeños de estudiantes bajo la guía de un tutor que actúa como «facilitador», y deja de ser un mero transmisor de información.
- En la secuencia de aprendizaje, se utilizan sobre todo problemas reales sin ninguna preparación o explicación previa. Estos constituyen el foco organizador y el estímulo para el aprendizaje.
- Los problemas, similares a aquellos a los que el alumno se tendrá que enfrentar en su futuro profesional, son el vehículo para el desarrollo de habilidades relacionadas con la solución de problemas y para la adquisición de los conocimientos específicos del campo.
- Se pretende desarrollar aprendizajes duraderos y un compromiso de formación para toda la vida.
- Los instrumentos de evaluación deben medir la competencia de los estudiantes para aplicar el conocimiento a la solución de problemas reales. (17)

## 2.- OBJETIVOS

El principal objetivo de este proyecto es conocer, mediante un estudio de campo realizado entre los docentes de la Escuela Politécnica Superior de Zamora (EPSZ), si para adquirir las competencias genéricas integradas en las materias que componen los planes de estudio de los Grados de la Rama de Ingeniería y Arquitectura que se imparten en la EPSZ Grado en Ingeniería Agroalimentaria, Grado en Arquitectura Técnica, Grado en Ingeniería Civil, Grado en Ingeniería Mecánica y Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información y que se describen en el apartado 7 de la memoria del proyecto de innovación docente -ID 2012/044 – “EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS GENERALES DE LOS GRADOS DE INGENIERÍA” realizado en el curso 2012-2013, se está utilizando la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

En resumen esas competencias son:

- Capacidad de expresión oral y escrita.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de resolución de problemas.
- Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.
- Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.
- Capacidad para desarrollar y diseñar proyectos.
- Capacidad para la creatividad y la innovación.

Otro de los objetivos planteados ha sido la de realizar una propuesta de diseño de un curso con la metodología del ABP que incluya cómo debe actuar el docente en clase, qué debe evitar, cómo formar equipos, cómo asignar roles, como plantear los escenarios, cómo seguir la evolución del trabajo desarrollado por el equipo, cómo evaluar. También se ha considerado necesario que haya unas directrices para que los alumnos, la parte más activa en esta metodología de aprendizaje, puedan seguir sin dificultad el curso, en la que figure la formación de equipos, el proceso de trabajo, la asignación de roles a cada miembro del equipo y la metodología a seguir para desarrollar el trabajo.

### 3.- ACTIVIDADES DESARROLLADAS

#### ACTIVIDAD 1 y 2

Para recoger información entre los docentes de la EPSZ sobre el uso del Aprendizaje Basado en Problemas, establecer las variables involucradas y su aplicación a las asignaturas que imparten, se ha elaborado un modelo de informe que incluye varios apartados, la formación del profesor en la metodología del ABP, la descripción del proceso, el papel del profesor y del estudiante en el proceso de aprendizaje, el sistema de evaluación utilizado, los resultados obtenidos con esta metodología y un último apartado en las que el docente analiza las fortalezas, debilidades y propuestas de mejoras.

#### MODELO DE INFORME SOBRE EL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

**Parte 1:** Recogida de datos sobre, los Grados, profesores y asignaturas impartidas:

| Grado/s: | Profesor: | Asignatura/s impartida/s: |
|----------|-----------|---------------------------|
|          |           |                           |

**Parte 2:** Tabla para la recogida de datos sobre formación del profesorado en la metodología del ABP:

| FORMACIÓN DEL PROFESORADO   |   |
|---|---|
| ¿HAS RECIBIDO CURSOS DE FORMACIÓN SOBRE EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)* O CONOCES ESTA METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE?  |   |
| *: ABP: metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los alumnos para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor.<br><br>"Método que usa los problemas como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos" (18). | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> |

|   |   |
|---|---|
| En caso afirmativo, ¿has aplicado esta metodología en alguna de las asignaturas que impartes? | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> |
| En caso afirmativo, ¿en qué asignaturas ha sido aplicada esta metodología?:                   |   |

**Parte 3:** Tabla para la recogida de datos sobre la actividad del profesor en el ABP:

| <b>PAPEL DESEMPEÑADO POR EL PROFESOR EN EL ABP:</b>   |  |
|---|--|
| ¿Se facilitó a los alumnos, con tiempo suficiente, los datos (temas, guiones sobre los distintos escenarios planteados (problemas), bibliografía, etc.) más relevante?: | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>      |
| ¿Considera que la biblioteca del Campus dispone de material suficiente para que los alumnos puedan realizar este tipo de aprendizaje?:                                  | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>      |
| ¿Dispone la asignatura de <i>Portal Web</i> para facilitar material e información a los alumnos?:   | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>      |
| ¿Ha utilizado el <i>Portal Web</i> para comunicación con los alumnos?:  | Mucho <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/> |
| Describe brevemente el papel que has desarrollado en el proceso de aprendizaje basado en problemas (ABP) y responde a las siguientes cuestiones:                        |  |

**Parte 4:** Tabla para la recogida de datos sobre el papel de los estudiantes en el proceso de aprendizaje

| <b>PAPEL QUE HAN DESARROLLADO LOS ALUMNOS EN EL ABP:</b>                                   |  |
|--|--|
| ¿Qué fases han seguido los alumnos en el proceso de aprendizaje?. Te propongo dos modelos: |  |

|  |                           |
|--|---------------------------|
| <p>MODELO A (19):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Leer y analizar el escenario.</li> <li>2. Realizar una lluvia de ideas.</li> <li>3. Hacer una lista con lo que se conoce.</li> <li>4. Hacer una lista de lo que no se conoce.</li> <li>5. Hacer una lista de lo que necesita hacerse.</li> <li>6. Definir el problema.</li> <li>7. Obtener información.</li> <li>8. Presentar resultados.</li> </ol> <p>MODELO B (20):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aclarar términos y conceptos.</li> <li>2. Definir los problemas.</li> <li>3. Analizar los problemas, preguntar, explicar.</li> <li>4. Hacer una lista sistemática del análisis.</li> <li>5. Formular los resultados del aprendizaje esperados.</li> <li>6. Aprendizaje individualmente centrado en resultados.</li> <li>7. Sintetizar y presentar nueva información.</li> </ol> | <p>OTRO: (Descríbelo)</p> |
| <p>Describe brevemente el proceso llevado a cabo por los alumnos en el aprendizaje basado en problemas( ABP), indicando escenarios planteados, tamaño de los grupos, organización de las tutorías, etc.</p>  |                           |
| Observaciones:   |                           |
| Incidencias:   |                           |

**Parte 5:** Tabla para conocer el grado de cumplimiento del programa docente

| GRADO DE CUMPLIMIENTO DE PROGRAMA DOCENTE PROPUESTO CON EL ABP                                    |   |
|---|---|
| ¿Considera que el programa de la asignatura se ha cumplido en su totalidad con esta metodología?: | Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> |
| Si ha respondido "No", indique el motivo:   |   |
| Observaciones:  |   |

**Parte 6:** Tabla para la recogida de datos sobre el proceso de evaluación seguido

| PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN APLICADOS, INDICANDO LOS DIFERENTES TIPOS DE PRUEBAS (te propongo algún tipo)  |  |
|---|--|
| Mediante resolución de un caso práctico (describe el tipo de prueba y porcentajes aplicados)  |  |
| Mediante un examen que no estaba basado en la reproducción automática de los contenidos estudiados (describe el tipo de prueba y porcentajes aplicados) |  |
| Mediante autoevaluación.  |  |
| Mediante evaluación realizada entre pares.  |  |
| Otro (describe el tipo de prueba y los porcentajes aplicados)   |  |
| Observaciones:  |  |

**Parte 7:** Tabla para la recogida de datos sobre los resultados obtenidos en el proceso de aprendizaje

| RESULTADOS DE ESTA ACTIVIDAD DOCENTE VALORANDO LOS RESULTADOS ACADÉMICOS ALCANZADOS POR LOS ALUMNOS |  |
|---|--|
| Los resultados académicos considera que han sido:   | Malos <input type="checkbox"/> Buenos <input type="checkbox"/> Excelentes <input type="checkbox"/> |
| ¿Han alcanzado lo alumnos los conocimientos básicos exigibles?:                                     | Si <input type="checkbox"/> Aceptable <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>         |
| Datos Estadísticos:   | Alumnos que han seguido el proceso:<br>Porcentaje de alumnos que han superado las asignatura:      |
| Valoraciones:   |  |

**Parte 8:** Recogida de fortalezas debilidades y propuestas de mejoras relacionadas con la metodología del ABP

| PUNTOS FUERTES (Señalar) |
|--------------------------|
|                          |



|   |
|---|
| <b>PUNTOS DÉBILES (Señalar)</b>                                     |
|   |
| <b>PROPUESTAS DE MEJORA RESPECTO A LOS PUNTOS DÉBILES SEÑALADOS</b> |
|   |

**ACTIVIDAD 3:**

Recoger las experiencias de los profesores que habían utilizado la metodología del ABP en las asignaturas de los grados de Ingeniería y Arquitectura de la E.P.S. de Zamora.

**ACTIVIDAD 4:**

Establecer el diseño de un curso con la metodología del ABP para los grados de ingeniería y arquitectura de la EPS de Zamora que recoja los tipos y usos de escenarios que sea más conveniente para las asignaturas de Ingeniería (planos, videos, textos, maquetas, artículos, etc.), y que recojan las características señaladas por Jiménez y León en 2003 (21).

**4.- METODOLOGÍA**

En una primera reunión se analizaron los documentos recopilados sobre la metodología del ABP.

En la segunda se elaboró el “MODELO DE INFORME SOBRE EL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS” para realizar el estudio de campo y se distribuyó la recogida de la información en función de las responsabilidades que cada uno tenía en las diferentes titulaciones: Directora de la EPSZ, Subdirector de Docencia de la EPSZ, Directora del Departamento de Construcción y Agronomía, Coordinadores de los Grados de Ingeniería Civil, Ingeniería Agroalimentaria y de Arquitectura Técnica y profesores en distintos Grados.

En la tercera se analizaron los resultados obtenidos en el trabajo de campo a partir de los testimonios recabados de los docentes que cumplimentaron el informe y que han aplicado la metodología ABP en sus asignaturas (Actividad 1).

Para conocer las variables involucradas en esta metodología (Actividad 2) y recoger ejemplos de la metodología del ABP utilizados (Actividad 3), se realizaron dos sesiones de trabajo con todos los miembros del equipo.

Para realizar el diseño de un curso de ABP en las Ingenierías (Actividad 4), que incluya el papel del Profesor-Tutor y del alumno, se realizan tres sesiones de trabajo de todos los miembros del equipo.

**CALENDARIO:**

DICIEMBRE-FEBRERO: Reparto de documentación sobre el ABP, elaboración del modelo de informe y envío del modelo de informe por correo electrónico a los docentes de la EPSZ (Actividad 1)

MARZO-ABRIL: Recepción de los informes, estudio de las variables de la metodología del ABP y elección de los ejemplos de escenarios usados en las asignaturas de los Grados (actividades 2 y 3)

ABRIL –JUNIO: Diseño de un curso de ABP en las Ingenierías elaboración del modelo de Guía del Profesor –Tutor y del Alumno (actividad 4 )

## 5.- ANÁLISIS DE LOS INFORMES ENVIADOS POR LOS DOCENTES

El modelo de informe elaborado en la actividad 1 y 2 se envió por correo electrónico a todos los docentes de la E.P.S. de Zamora con el siguiente texto:

“Estimados compañeros, un grupo de profesores de la Escuela estamos realizando un proyecto de innovación docente relacionado con el aprendizaje basado en problemas conocido como ABP en los grados de la rama de Ingeniería y Arquitectura que se imparten aquí.

Para realizar el trabajo necesitamos contar con vuestra colaboración y conocer vuestras experiencias a la hora de garantizar el aprendizaje de los alumnos en una de las competencias a adquirir, que con más frecuencia se señalan en las Guías docentes de las distintas asignaturas que impartimos, "LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y CASOS PRÁCTICOS".

Para organizar la tarea hemos elaborado una ficha con los apartados que nos han parecido interesantes de esta metodología y que os adjuntamos en este correo con el ruego de que si podéis y os parece oportuno nos la completéis y nos la remitáis, lo antes posible, a cualquiera de los correos siguientes: [gari@usal.es](mailto:gari@usal.es); [yolanda@usal.es](mailto:yolanda@usal.es); [jpi@usal.es](mailto:jpi@usal.es); [avivar@usal.es](mailto:avivar@usal.es); [irrevilla@usal.es](mailto:irrevilla@usal.es); [pedrohde@usal.es](mailto:pedrohde@usal.es); [charfole@usal.es](mailto:charfole@usal.es); [mercedp@usal.es](mailto:mercedp@usal.es).

Gracias por vuestra atención y colaboración.

Saludos cordiales de todos los miembros del grupo: Yolanda Gutiérrez Fernández, José Luís Pérez Iglesias, Pedro Hernández Ramos, Ana M<sup>a</sup> Vivar Quintana, Isabel Revilla Martín, Mercedes Delgado Pascual, José Francisco Charfolé de Juan y Margarita Morán Martín.”

Los informes recibidos se han analizado por los miembros del equipo obteniéndose los siguientes resultados:

1. Solo un 10% de los docentes consultados, cumplieron el informe en todos sus apartados.
2. Hay informes de todos los Grados de Ingeniería y Arquitectura que se imparten en la EPS de Zamora.
3. Las asignaturas impartidas por los docentes que cumplieron el informe incluyen asignaturas básicas (Matemáticas, Física, Expresión Gráfica, Fundamentos de Electrónica, etc.), obligatorias de tecnología común de las diferentes ramas (Electrónica de Sistemas Mecánicos, Bases de la Producción Vegetal, Tecnología de la

Producción Vegetal, Topografía, Tecnología de Alimentos, Trazabilidad, etc.) y de tecnología específica (Arquitectura de Computadores, Industrias Agroalimentarias II y III) y varias optativas (Viticultura, Enología, Agricultura y Producción Ecológica, etc.).

4. El 90% de los profesores que cumplimentaron el informe afirman conocer o haber recibido formación en la metodología del ABP, de ellos, un 60%, habían aplicado el ABP a alguna de las asignaturas que impartían.
5. En todos los casos los profesores manifestaron haber cumplido el programa de la asignatura y alcanzado los objetivos planteados.
6. De los procedimientos de evaluación y los distintos tipos de pruebas que figuran en el apartado 6 el más utilizado ha sido el primero, tres de los profesores aplicaron el segundo y entre los más novedosos se encuentra el realizado con la presentación de los resultados de los problemas en póster seguido de la discusión con todos los alumnos que habían participado en el proceso.
7. En algunos casos la tasa de éxito y de rendimiento fue del 100%, en otras ambas tasas superaron el 75%. Estas tasas estaban por encima de las obtenidas con el método de enseñanza tradicional.
8. Entre los puntos fuertes de la metodología del ABP señalados en los informes están:
  - a. Interés muy alto de los estudiantes por las materias.
  - b. Alto grado de conocimiento aplicado.
  - c. Elevado grado de autonomía alcanzado por los estudiantes.
  - d. Excelentes resultados desde el punto de vista académico.
  - e. Implicación y motivación de los estudiantes.
  - f. Aprendizaje de competencias transversales como la capacidad de análisis y síntesis, capacidad para la resolución de problemas y casos prácticos, capacidad de trabajo en equipo, etc.
9. Entre los puntos débiles de la metodología está el excesivo trabajo que conlleva para el profesor –tutor plantear escenarios adecuados y el número de horas que hay que utilizar para las tareas de seguimiento y tutorización fuera de las horas de docencia presenciales. También se señalan como puntos débiles el exceso de trabajo que supone para los estudiantes, lo que a veces se traduce en dificultad para presentar los trabajos y problemas resueltos en los plazos fijados.

## 6.- EXPERIENCIAS EN EL ABP EN LOS GRADOS DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA.

En los apartados 3 y 4 del informe que han cumplimentado y enviado los profesores de la E.P.S. de Zamora se recogen las experiencias que a continuación se exponen indicando los escenarios planteados, el papel desarrollado por el profesor-tutor y las fases del proceso.

### **Caso 1:**

Se ha aplicado en la asignatura “Electrónica de los Sistemas Mecánicos” de 4º curso del Grado en Ingeniería Mecánica.

#### **Escenarios planteados y papel desempeñado por el profesor -tutor:**

Después de unas semanas en las que el docente introdujo conceptos en clases magistrales y realizó alguna práctica guiada, se siguió un enfoque más autónomo basado en ABP, con el profesor actuando como guía y de los alumnos, resolviendo las dudas que se planteaban en los ejercicios, etc.

Las experiencias se realizaron en el laboratorio y en grupos de dos personas de un total de quince, desarrollándose en dos etapas:

En la primera se pretendían establecer las bases del conocimiento de programación de microcontroladores: para ellos los alumnos disponían de una serie de ejemplos comentados que debían analizar para ir descubriendo e interpretando por sí mismos tanto la sintaxis como el propósito de diferentes instrucciones, a la vez que adquirían soltura en el montaje de circuitos y funcionamiento de los microcontroladores. Esta fase se completaba con la resolución de un problema (común para todos) en el que debían combinar diferentes aspectos trabajados en los ejemplos.

En la segunda etapa (último mes del curso, aprox.), de manera consensuada con el profesor cada grupo definía un proyecto a realizar (diferentes para cada grupo) que tenía que incorporar diferentes elementos mínimos (sensores, actuadores) y para el cual debían poner en práctica los contenidos aprendidos en la etapa anterior más otros nuevos adquiridos en esta, estos últimos ya particulares de cada grupo. Al final, además de demostrar en persona el funcionamiento del proyecto o prototipo realizado, tenían que entregar un informe completo de la actividad desarrollada.

#### **Fases del proceso:**

Las fases seguidas por los estudiantes en el proceso de aprendizaje fueron:

1. Definición del problema y del marco de trabajo.
2. Planteamiento inicial y determinación de materiales necesarios.
3. Búsqueda de ejemplos parecidos y análisis de necesidades desde el punto de vista de la programación.
4. Desarrollo del proyecto, incluyendo desarrollo y depuración del código e integración en la fase de prototipo.
5. Acabado final y presentación de resultados.

Dado el reducido número de estudiantes que participaron en la experiencia, el seguimiento se realizaba en el propio laboratorio. Además en la última semana se abrió varias veces el laboratorio fuera del horario de clase para que los alumnos pudieran resolver dudas y completar diversos aspectos de su proyecto.

#### **Caso 2:**

Esta experiencia ha sido llevada a cabo en la asignatura Arquitectura de Computadores I del Grado en I. Informática en Sistemas de Información y ha sido publicada en la revista IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION (21).

#### **Escenarios planteados y papel desempeñado por el profesor -tutor:**

El escenario planteado intenta ser similar a un caso práctico real en el que los profesores actúan como empresarios que buscan un circuito con unos determinados requisitos para una aplicación concreta y los alumnos son los responsables de diseñar de la manera más óptima posible y dar un presupuesto adecuado. Los estudiantes trabajan en grupos pequeños (dos o tres personas), y dos grupos realizan el mismo trabajo en competitividad.

#### **Fases del proceso:**

Las fases seguidas por los estudiantes en el proceso de aprendizaje fueron:

6. Definición del problema y del marco de trabajo.
7. Planteamiento inicial y determinación de materiales necesarios.
8. Búsqueda de ejemplos parecidos y análisis de necesidades desde el punto de vista de la programación.
9. Desarrollo del proyecto, incluyendo desarrollo y depuración del código e integración en la fase de prototipo.
10. Acabado final y presentación de resultados.

#### **Caso 3:**

Esta experiencia se ha llevado a cabo en la asignatura “Industrias Agroalimentarias III” de 4º curso del Grado en I. Agroalimentaria.

#### **Escenarios planteados, papel desempeñado por el profesor –tutor y fases del proceso:**

El proceso del ABP en esta asignatura se ha desarrollado en las siguientes etapas:

1. Al principio de la asignatura y antes de que se hayan explicado los procesos de elaboración de alimentos se les plantea que diseñen un nuevo producto cárnico. Esto se realiza en una sesión en el aula, en ella se les indica el objetivo y apartados del proyecto, dónde conseguir información, cómo presentarlo.
2. Se les deja en la página web de la asignatura un guión sobre lo que deben incluir en el trabajo así como donde conseguir información sobre los procesos productivos. Estos son las propias transparencias de la asignatura que ya están en la web, la bibliografía recomendada y recursos bibliográficos electrónicos de la USAL.

3. Se programa una primera tutoría para ver qué producto van a elaborar (tras la lluvia de ideas inicial). En ella el profesor realiza una labor de guía sobre qué ideas son más factibles, dónde encontrar la información específica en función de lo que van a hacer, resuelve dudas.
4. De manera opcional acuden a otras tutorías en las que el profesor ayuda y orienta en las dudas que puedan tener.
5. Se exponen los resultados en clase y el profesor plantea preguntas para que defiendan sus resultados.

#### **Caso 4:**

Esta experiencia se ha llevado a cabo en la asignatura “Procesos de la Industria Agroalimentaria” de 3º curso del Grado en I. Agroalimentaria.

#### **Escenarios planteados, papel desempeñado por el profesor –tutor y fases del proceso:**

Se plantea un caso de práctico de elaboración de producto (realizado en el laboratorio) y se pide al alumnado que certifique que el producto elaborado cumple la normativa vigente.

1. Deben localizar la normativa, leerla y entenderla y ver que parámetros exige que se cumplan.
2. Tutoría después de este punto en la que el alumno plantea todas las dudas sobre lo que ha leído.
3. Se solicita que elaboren un esquema de los pasos que van a seguir (se les recomienda bibliografía libros y artículos (en español) y material gráfico (videos)).
4. Tutoría donde exponen al profesor los pasos a seguir y el desarrollo de los mismos, si la propuesta es viable (incluso aunque sea errónea) se le permite llevar a cabo lo que han planteado.
5. El alumnado lleva a cabo lo que ha planteado completando un diario donde indica lo que ha conseguido y los problemas que han surgido.
6. Entrega al profesor el diario.
7. Tutoría donde se les pide que extraigan conclusiones sobre el trabajo realizado y las mejoras que proponen.

#### **Caso 5:**

Esta experiencia se ha realizado en la asignatura TOPOGRAFÍA II, de 2º curso del Grado de Arquitectura Técnica y en la asignatura de REPLANTEO DE OBRAS, en 3º curso del Grado de Ingeniería Civil.

#### **Escenarios planteados y papel desempeñado por el profesor -tutor:**

El escenario planteado es un caso práctico o problema y está dirigido a alumnos repetidores.

### ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En el enunciado del trabajo, aparecen las medidas de campo realizadas para la medición de una parcela con objeto de conocer su forma y superficie.

En el planteamiento del problema se propone:

- 1- Realizar un plano a escala de la parcela para conocer su forma y dimensiones a partir de los datos de campo.
- 2- Resolver la división de la parcela en dos partes, con unas superficies determinadas partiendo de la hipótesis de que la superficie es la que figura en las escrituras de propiedad de la parcela.

### SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

1- Plano a escala. Para ello, el alumno debe identificar el método de observación de campo, y realizar los cálculos correspondientes a ese método y a la tipología que en concreto se presenta para ese problema.

2- Para resolver la división, el alumno se enfrenta en primer lugar a la situación (muchas veces real) de que la superficie observada no coincide con la teórica. A continuación debe resolver la división, que puede hacerse por varias vías, una más sencilla y otra más complicada de cálculos, aunque el resultado final es el mismo.

Si en algún momento del proceso surgen dudas, se pueden resolver en tutorías.

#### **Fases del proceso:**

1. Compresión del enunciado.
2. Identificar si es un problema tipo: en ese caso, seguir el método de resolución correspondiente. Si no es un problema tipo,
3. Hacer un análisis de lo que se conoce, y representarlo en un esquema.
4. Identificar “lo que se tiene que conocer” para poder calcular lo que se pide en ese problema.
5. Estudiar los posibles caminos para calcular “lo que se debe conocer”. Si hay varios caminos, elegir el más sencillo.
6. Obtener los resultados.

#### **Caso 6:**

Esta experiencia se ha realizado en la asignatura GESTIÓN DE PROCESOS POR ORDENADOR, de 3º curso del Grado de Ingeniería Mecánica.

#### **Escenarios planteados y papel desempeñado por el profesor -tutor:**

La experiencia se ha llevado con un único grupo de doce alumnos, al que se le plantearon diferentes retos sobre la resolución de problemas de programación de un entorno industrial y real. El mismo problema lo tenían que resolver por métodos diferentes y con aplicaciones

informáticas diferentes. Las tutorías eran conjuntas para el grupo salvo en dos ocasiones que fueron individuales y para resolver conflictos internos.

El papel desempeñado por el profesor-tutor ha sido, fundamentalmente, el de un negociador en la resolución de conflictos internos y en la resolución de problemas con el software. También participó en las “brainstorming” o “tormenta de ideas”.

**Fases del proceso:**

1. Leer y analizar el escenario.
2. Realizar una lluvia de ideas.
3. Hacer una lista con lo que se conoce.
4. Hacer una lista de lo que no se conoce.
5. Hacer una lista de lo que necesita hacerse.
6. Definir el problema.
7. Obtener información.
8. Presentar resultados.

**Caso 7:**

Esta experiencia se ha realizado en las asignaturas MATEMÁTICA APLICADA I, de 1º curso del Grado de Arquitectura Técnica y en FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS I de 1º curso del Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información .

**Escenarios planteados y papel desempeñado por el profesor -tutor:**

Se han planteado una serie de problemas a resolver tanto en clase presencial como a través de la plataforma de la asignatura en el portal EVLM. En algunas ocasiones, los alumnos han respondido a través del blog de la asignatura, pero en general se han entregado los trabajos por escrito y en versión electrónica. Los grupos han sido de 3 alumnos como máximo y han precisado de una tutoría al principio del trabajo y otra antes de entregar el trabajo.

En los apartados de la asignatura en los que he aplicado esta metodología, el papel del profesor ha sido el de resolver las cuestiones planteadas por los alumnos una vez descrito el problema a resolver.

**Fases del proceso:**

1. Aclarar términos y conceptos.
2. Definir los problemas.
3. Analizar los problemas, preguntar, explicar.
4. Hacer una lista sistemática del análisis.
5. Formular los resultados del aprendizaje esperados.
6. Aprendizaje individualmente centrado en resultados.
7. Sintetizar y presentar nueva información.



**Caso 8:**

Esta experiencia se ha llevado a cabo en la asignatura TECNOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN VEGETAL de 2º curso del Grado en I. Agroalimentaria.

**Escenarios planteados, papel desempeñado por el profesor –tutor:**

El escenario planteado es un proyecto de explotación agrícola que recogiera todas las actividades y tecnologías aplicadas para la obtención de materias primas de origen vegetal.

La experiencia se ha llevado con quince alumnos, a los que se le plantearon diferentes retos sobre la resolución de problemas relacionados con el proceso productivo que se sigue en las explotaciones agrícolas:

- a Elección de especies y variedades
- b Diseño de rotaciones y alternativas.
- c Métodos de siembra.
- d Programa de riegos.
- e Programa de fertilización orgánica y mineral.

El papel desempeñado por el profesor fue el del trabajo en aula con las siguientes fases en cada sesión de trabajo:

- Presentación del problema
- Resaltar la importancia del papel activo del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Formación de grupos de trabajo reducidos (2-3 personas).
- Asumir el rol de tutor/facilitador de la actividad.
- Ofrecer refuerzo y apoyo a los estudiantes estimulando el trabajo en equipo.
- Verificar la comprensión de los alumnos durante el proceso a través de actividades de relación y presentación de los logros obtenidos.

**Fases del proceso:**

8. Aclarar términos y conceptos.
9. Definir los problemas.
10. Analizar los problemas, preguntar, explicar.
11. Hacer una lista sistemática del análisis.
12. Formular los resultados del aprendizaje esperados.
13. Aprendizaje individualmente centrado en resultados.
14. Sintetizar y presentar nueva información.

## 7.- DISEÑO DE UN CURSO CON LA METODOLOGÍA DEL ABP PARA LAS MATERIAS DE LOS GRADOS DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE LA E.P.S. DE ZAMORA

En un curso de ABP, el profesor no debe actuar como un observador pasivo de los progresos realizados por los estudiantes, sino que en todo momento debe dirigir el proceso de aprendizaje y asegurarse de que el equipo no pierda el enfoque sobre los temas a desarrollar y realice las elecciones de los puntos claves que debe conocer, estudiar e incorporar a la solución de los problemas planteados que deben tener relación con la realidad y deben motivar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje (23):

El diseño de un curso con la metodología didáctica del ABP necesita de un estudio previo de las condiciones que deben cumplirse para poder trabajar con esta metodología de manera eficiente, debido a que es una técnica en la que se ven involucradas una serie de variables. Algunas condiciones deseables a la hora del diseño de los escenarios para el trabajo en el ABP se recogen en el trabajo presentado por Jiménez y León en 2003 (22):

- Deben estar relacionados con el mundo real.
- Deben permitir la posibilidad de hacer juicios – tomar decisiones.
- Deben establecerse en términos concretos.
- Deben considerar el trabajo cooperativo.
- Pueden contener una pregunta abierta.
- Deben provocar discusión.
- Deben tomar en cuenta los objetivos y contenidos del programa.

También es necesario conocer qué escenarios serían convenientes para conseguir los objetivos planteados. Según se describe en el Centro virtual de Técnicas Didácticas del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (23), los tipos de escenarios que se pueden plantear en las experiencias con el ABP son:

- **Escenario o tarea de estudio:** Este tipo de tarea o escenario es utilizado cuando existe muy poco conocimiento previo de los estudiantes o cuando el contenido es muy abstracto para formular un caso concreto con suficientes indicadores para que los estudiantes puedan llegar a definir correctamente los objetivos de aprendizaje. En este tipo de tarea o escenario, los objetivos de aprendizaje son dados así como las indicaciones específicas del material que debe ser estudiado y combinado con una tarea asignada específicamente al alumno para preparar en casa.
- **Escenario o problema:** Es el tipo de tarea típica en PBL. A los estudiantes se les proporciona un caso - historia y, algunas veces, una pequeña introducción para darles algunos indicadores para dirigir el análisis. De la historia, ellos tienen que deducir, los objetivos de aprendizaje concernientes al problema específico - tema, el cual es un aspecto del contenido del curso.
- **Escenario o tarea de aplicación:** Este tipo de escenario es utilizado para asegurar que los estudiantes han alcanzado el suficiente nivel de profundidad en los escenarios anteriormente resueltos. Este escenario puede ser construido sin involucrar contenido nuevo, de tal manera que los estudiantes pueden dar solución al mismo sin realizar consulta bibliográfica.
- **Escenario o tarea de discusión:** Este tipo de escenario es utilizado cuando el contenido requiere generar en los estudiantes sus opiniones. Este tipo de escenario no conduce a

la formulación de objetivos de aprendizaje, sino que conduce a que los estudiantes se enteren del impacto del contenido de la materia en la sociedad.

- **Escenario o tarea estratégico:** Este tipo de escenario puede ser utilizado solamente al final del curso. Puede ser utilizado un caso o situación complicada y agregar diversos problemas alrededor de ésta, del tal forma que el estudiante debe decidir en que orden deben ser resueltos los problemas y cuál es el mejor camino para dar solución.

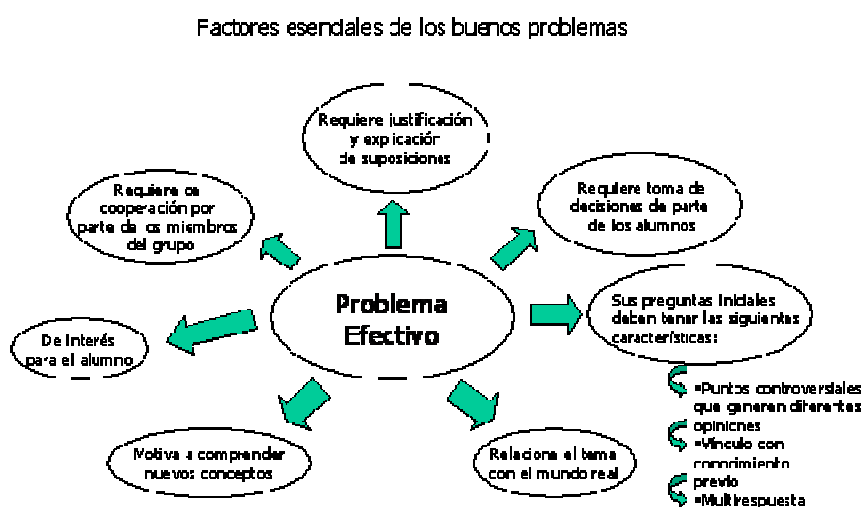
A modo de propuesta se ha elegido la presentada en la FICHA METODOLÓGICA, coordinada por la Universidad de Valencia y que se puede consultar en la página web: <http://www.recursosees.uji.es/fichas/fm1.pdf> con algunas modificaciones.

### 1º. DISEÑO DEL PROBLEMA

Las condiciones que deben reunir los problemas planteados son:

- Las primeras preguntas han de ser abiertas, ligadas a un aprendizaje previo, y de aspectos que provoquen diferentes opiniones.
- Seleccionar actividades (situaciones o problemas) que provoquen en el estudiante:
  - El logro de los objetivos de aprendizaje de la asignatura
  - El desarrollo de conocimientos, habilidades, actitudes, valores y procedimientos.
  - Una motivación e interés hacia los conceptos y objetivos que se quieren aprender (relacionados con la asignatura y con situaciones reales de la vida cotidiana).
  - La toma de decisiones con una justificación clara y fundamentada.
  - El trabajo colaborativo.
  - La correlación con los contenidos que ya poseen con los nuevos que han de aprender.
- Los conocimientos se introducen relacionándolos con el problema, no de manera aislada.
- Clarificar las reglas de trabajo y los roles de los implicados en el proceso.
- Temporalizar las sesiones de trabajo.

Figura 1: Esquema para el diseño de problemas en el ABP (fuente [http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas\\_didacticas/abp/ensenar.htm](http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/ensenar.htm))



## 2º. DEFINIR LAS COMPETENCIAS QUE SE ADQUIEREN CON LAS ACTIVIDADES:

Las competencias que se pueden adquirir utilizando la metodología del ABP son:

- Pensamiento crítico
  - Creatividad
  - Toma de decisiones en situaciones nuevas
  - Desarrollar el aprendizaje autodirigido
  - Identificar, buscar y analizar información necesaria para temas particulares
  - Habilidades comunicativas
  - Habilidad para trabajar de manera colaborativa
  - Desarrollo de la capacidad de empatía
  - Confianza para hablar en público
  - Habilidad para identificar las propias fortalezas y debilidades.
- 
- Tomar medidas necesarias para mejorar

## 3º. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA EN EL AULA: PAPEL DEL PROFESOR-TUTOR

- Presentación del problema
- Resaltar la importancia del papel activo del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Formar grupos de trabajo reducidos (de entre 6-8 personas).
- Asumir el rol de tutor/facilitador de la actividad.
- Ofrecer refuerzo y apoyo a los estudiantes estimulando el trabajo en equipo.
- Verificar que la comprensión de los alumnos durante el proceso a través de: actividades de relación, resúmenes, esquemas, mapas conceptuales...

## 4º. FASES DEL DESARROLLO DEL PROCESO DEL ABP SEGUIDO POR LOS ALUMNOS

Las fases del proceso que más han seguido los alumnos en el proceso de aprendizaje con el ABP según los datos aportados por los profesores de la E.P.S. de Zamora han sido las que describen Morales y Landa en 2004 (19, 24) y que se resumen en los siguientes pasos:

1. Leer y analizar el escenario o problema, con ello se busca que los alumnos entiendan el enunciado y lo que se le demanda.
2. Realizar una lluvia de ideas.
3. Hacer una lista con lo que se conoce.
4. Hacer una lista de lo que no se conoce.
5. Hacer una lista de lo que necesita hacerse.

Con los pasos 2, 3, 4 y 5 se pretende que el alumno tome conciencia de la situación a la que se enfrenta, que formule hipótesis, que definan lo que conoce del problema propuesto y qué estrategias puede utilizar para resolverlo.

6. Definir el problema, supone planear como va a concretarlo y en qué va centrar su investigación.
7. Obtener información. Es un periodo de trabajo y estudio individual de forma que cada miembro del equipo lleve a cabo la tarea asignada, estudiarla y comprenderla.
8. Presentar resultados de forma conjunta, supone que los alumnos vuelvan a su equipo y pongan en común los hallazgos realizados.

### 5º. EVALUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

Algunas de las técnicas de evaluación pertinentes para este tipo de metodología son las siguientes:

- Examen escrito
- Examen práctico
- Mapas conceptuales
- Evaluación por los compañeros
- Autoevaluación
- Evaluación de la tutorización.
- Presentación oral.

## BIBLIOGRAFÍA

1. VICTOR HUGO DUEÑAS R.; BACT., M. Sc. El Aprendizaje Basado en Problemas como Enfoque Pedagógico en la Educación en Salud. Colombia Médica. Vol. 32 Nº 4 , 2001. Pag. 189-196
2. FLAVIO H. FERNÁNDEZ Y JULIO E. DUARTE. El Aprendizaje Basado en Problemas como Estrategia para el Desarrollo de Competencias Específicas en Estudiantes de Ingeniería. Formación Universitaria. Vol. 6(5), 2013. Pag. 29-38. Versión On-line ISSN 0718-5006.
3. REGALADO, A., M. CID Y J. BÁEZ. Problema Based Learnig (PBL): Analisis of continuuous stirred tank chemical reactors with a process control approach. Intenational Journal of Sftware Engineering & Applications (IJSEA) 1 (4), 54-73. 2010
4. GALVIS, R.V.. De un Perfil Docente Tradicional a un Perfil Docente Basado en Competencias. Acción Pedagógica, 16 81), 48-57 (2007).
5. SCHMAL, R.. Reflexiones en Torno a un Programa para la Formación de Competencias Transversales en Ingeniería, Ciencia, Docencia y tecnología, 44 (1) 239-262 (2012).
6. ABET Engineering Accreditation Commission. *Criteria for accrediting engineering programs. Effective for evaluation during the 2011-2012 accreditation cycle*. Baltimore: ABET, Inc., 2010. 26-p.
7. NASCIMENTO, J. M. Y AMARAL E.M. O Papel das Interações Sociais e de Atividades Propostas para o Ensino-aprendizagem de Conceitos Químicos. Ciência & Educação, 18 (3), 575-592 (2012).
8. MORENO, L., C. GONZÁLEZ, I. CASTILLA, E. GONZÁLEZ Y J. SIGUT. Applying a Constructivist and collaborative Metodological Approach in Engineering Education. Computers and Education, 49 (1), 891-915 (2007)
9. REGALADO, A., E. PERALTA Y J. BÁEZ. Aprendizaje Basado en competencias Aplicado a una Asignatura de transferencia de Calor. Form. Univ., 4 (1), 13-18. (2011).
10. HERNÁNDEZ, C.. Utilización del Trabajo por Proyectos para Incentivar la Innovación Tecnológica en los Estudiantes Universitarios. Revista Científica de la Fundación iberoamericana para la Excelencia Educativa Hacademus, 3 (8), 42-54. (2010).
11. BENÍTEZ, A. Y M. GARCÍA. Un primer Acercamiento al Docente Frente a una Metodología Basada en Proyectos. Form. Univ., ISSN-e: 0718-5006 (en línea), 6 (1), 21-28. (2013)
12. LEHMANN, M., P. CHRISTESEN A, X. DUAY M. THRANEA. Problem-Oriented and Problem-Based Learnig (POPBL) as an Innovative Learnig Strategy for Sustainable Development in Engineering Education. EuropeanJ. Engineering Education , 33 (3), 283-295. (2008).
13. VACCA, V., E. CAICEDO Y J. RAMÍREZ. Herramienta Remota de Cálculo y Multiusuario para el Aprendizaje Basado en Problemas Usando MatLab. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, (59), 158-169. (2011).
14. OKUTSU, M. , D. DELAURENTIS, S. BROPHY Y J. LAMBERT. Taching and Aerospace Engineering Desing Course via Virtual Worlds: A Comparative Assessment of Learnig Outcomes. Computers and Education, 60 (1), 288-298. (2013)

15. MCGRATH, D.. Teaching on the Front Lines: Using the Internet and problema-Based Learnig To Enhance Classroom Teaching. *Holist Nurs Pract*, 16 (2), pp 5-13. 2002.
16. ESTEBAN GUITART, Moisés. Del “Aprendizaje Basado en Problemas” (ABP) al “Aprendizaje Basado en la Acción” (ABA). Claves para su Complementaridad e Implementación. *Revista de Docencia Universitaria*. Vol. 9 (1). Enero- Abril 2011. 91-107. ISSN 1887-45-92.
17. FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, M., J-N GARCÍA SÁNCHEZ, A. DE CASO FUERTES, R. FIDALGO REDONDO Y O. ARIAS GUNDIN. El Aprendizaje Basado en Problemas: Revisión de Estudios Empíricos Internacionales. Universidad de León. *Revista de Educación*, 341. Septiembre-diciembre pp. 397-418. (2006).
18. BARROWS, H.S. A Taxonomy of Problem-Based Learning Methods, en *Medical Education*, 20/6, 481–486. . 1986.
19. MORALES, P. Y LANDA, V.. Aprendizaje Basado en Problemas, en *Theoria*, Vol.13. Págs. 145-157. (2004). [Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/299/29901314.pdf>].
20. EXLEY, K. Y DENNIS, R.. Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior. Madrid: Narcea. (2007).
21. RENGEL, Raúl; MARTÍN, María J. and G. VASALLO, Beatriz. Supervised Coursework as a Way of Improving Motivation in the Learning of digital Electronics. *IEEE Transactions on Education*. Vol. 55. No. 4 November 2012. Pag. 525-528
22. JIMÉNEZ, H. y LEÓN, E.. Aprendizaje Basado en Problemas (Depto. Modelo Educativo) ITESM, campus Edo. de México. (2003).
23. Investigación e Innovación Educativa. Centro Virtual de Técnicas Didácticas. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México, (2010) (Disponible en: [http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas\\_didacticas/abp/ensenar.htm](http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/ensenar.htm))
24. Servicio de Innovación Educativa: Universidad Politécnica de Madrid. Aprendizaje Basado en Problemas. Guías rápidas sobre nuevas metodologías. 2008. [http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje\\_basado\\_en\\_problemas.pdf](http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf)