



Formación Universitaria

E-ISSN: 0718-5006

citrevistas@gmail.com

Centro de Información Tecnológica

Chile

Lorenzo, Rosa A.; Fernández, Purificación; Carro, Antonia M.  
Experiencia en la Aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas en la Asignatura  
Proyecto de Licenciatura en Química  
Formación Universitaria, vol. 4, núm. 2, 2011, pp. 37-44  
Centro de Información Tecnológica  
La Serena, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373534516005>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

# Experiencia en la Aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas en la Asignatura Proyecto de Licenciatura en Química

Rosa A. Lorenzo<sup>(1)\*</sup>, Purificación Fernández<sup>(2)</sup> y Antonia M. Carro<sup>(1)</sup>

(1) Univ. de Santiago de Compostela, Dpto. Química Analítica, Nutrición y Bromatología, Fac. de Química, Avda. de las Ciencias, s/n. 15782-Santiago de Compostela-España.

(2) Univ. de Santiago de Compostela, Dpto. Anatomía Patológica y Ciencias Forenses. Fac. de Medicina y Odontología. R/ de San Francisco, s/n. 15782-Santiago de Compostela-España (e-mail: rosaantonia.lorenzo@usc.es)

\* Autor a quien deba dirigirse la correspondencia

---

Recibido Dic. 15, 2010; Aceptado Feb. 11, 2011; Versión final recibida Mar. 01, 2011

---

## Resumen

Se describe el desarrollo y puesta en ejecución de un aula virtual en la plataforma WebCT para la asignatura *Proyecto de Licenciatura en Química* en la Universidad de Santiago de Compostela en España, mediante la que se ha implementado el aprendizaje basado en problemas. El tema de esta asignatura pertenece al bloque formativo experimental y tiene como función dotar a los futuros químicos de una formación en iniciación a la investigación experimental mediante un trabajo propuesto y tutelado por profesores de la Universidad. La aplicación de la metodología del aprendizaje basado en problemas ha resultado ser una experiencia muy útil para el desarrollo de las habilidades, capacidades y competencias, hoy en día demandadas por el mundo laboral.

*Palabras clave:* aprendizaje basado en problemas, autoaprendizaje, evaluación formativa y sumativa, aula virtual

# Experience on the Application of Problem-Based Learning in the Course Chemistry Degree Project

## Abstract

The design and implementation of a virtual classroom on the WebCT platform for the course *Chemistry Project* at the University of Santiago de Compostela in Spain are described. Problem-based learning has been implemented in this course. The topic of the course belongs to the experimental training block and its objective is to provide the student of an initial formation in scientific experimental research through a supervised work proposed by the instructors. The application of the methodology of problem-based learning has proved to be a very useful experience for the development of skills, abilities and competences, nowadays demanded by companies and institutions.

*Keywords:* problem-based learning, self-learning, formative and summative evaluation, virtual classroom

## INTRODUCCIÓN

Un aspecto importante en la adaptación al espacio europeo de educación superior (EEES) es el cambio de modelos basados en la enseñanza a modelos basados en el aprendizaje. En esta línea los procesos de convergencia universitaria europea indican como un factor importante el que los titulados adquieran la capacidad de aprendizaje continuo (*lifelong learning*), o aprender a aprender. Para lograr tal fin está tomando importancia la necesidad de aplicar métodos docentes más centrados en el estudiante (aprendizaje) que en el profesor (enseñanza). Uno de estos métodos es el *Problem-Based Learning* (PBL) o *aprendizaje basado en problemas* (ABP) (Ram, 2007; Morales y Fitzgerald, 2004; Sáez y Monsalve, 2008; PBL, 2010).

Este método persigue que los alumnos tengan un papel más activo en su aprendizaje. En el modelo tradicional de enseñanza el profesor expone primero la información y posteriormente busca su aplicación en la resolución del problema. Por el contrario, en ABP se presenta el problema, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema. En este método tienen importancia tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes (Iglesias, 2002; Prieto, 2006). Los estudiantes de programas que utilizan el ABP son más autodirigidos en su aprendizaje y son capaces de gestionar mejor su estudio que en los programas convencionales. Actualmente se considera que ABP puede ser uno de los métodos adecuados para los nuevos modelos de educación superior basados en el aprendizaje (Belt, 2002; Branda, 2009). La evaluación en el ABP tiene dos aspectos complementarios: la evaluación en las tutorías (evaluación formativa) y la evaluación de demostración de comprensión del conocimiento (evaluación sumativa) (Branda, 2008). La evaluación de ambos componentes debe medir los resultados obtenido al final del período de aprendizaje siguiendo pautas establecidas por la institución o centro, que describen lo esperado de todos los miembros del grupo (Woods, 2006).

En ABP los alumnos deben asumir una mayor libertad de acción y responsabilidad. Igualmente la figura del profesor contrae un nuevo papel, encaminar al alumno en el proceso de aprendizaje. Debe ser un tutor que realice un papel activador (Iglesias, 2002). Así, ABP debería permitir desarrollar las cualidades profesionales que se demandan en el mundo actual: aprendizaje continuo, autonomía, trabajo en grupo, espíritu crítico, capacidad de comunicación y planificación. Dado el carácter experimental de la asignatura considerada en este trabajo, “Proyecto de Licenciatura en Química”, se tiene en cuenta que el tema propuesto cumpla las características que debe tener un problema apropiado en ABP al buscar un desarrollo integral en los alumnos, conjugando la adquisición de conocimientos propios del desarrollo y validación de métodos analíticos, además de habilidades, actitudes y valores (Branda, 2009; Larive, 2004; Bailey, 2002). La metodología ABP debe expresar claramente las condiciones de aprendizaje, la actividad esperada y el contenido que el estudiante debe demostrar. Así, los objetivos de aprendizaje han seguido los siguientes pasos:

1.- *Propuesta de temas-problemas* a los alumnos, descritos de forma mínima para centrar y definir el problema. Los temas a desarrollar están relacionados con aspectos medioambientales, seguridad alimentaria y control de drogas de abuso.

2.- *Fomentar el autoaprendizaje*: Búsqueda y manejo de bibliografía a través de la Biblioteca de la USC, utilizando libros, revistas, bases de datos, etc. Para recabar información sobre todas y cada una de las etapas del proceso analítico asociado al problema planteado.

3.- *Desarrollar habilidades para planificar el trabajo en el laboratorio* destacando la importancia de la etapa de tratamiento de la muestra, medida y adquisición de resultados, tratamiento y procesado de los mismos, interpretación de resultados y toma de decisiones respecto al problema planteado.

4.- *Desarrollar habilidades para las relaciones interpersonales*, estimulando el sentido de colaboración, el trabajo de dinámica de grupo, la elaboración del informe escrito de trabajo experimental realizado para su presentación oral y defensa del trabajo.

5.- Mejora de la calidad de la enseñanza-aprendizaje por medio de la integración de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) a través del Aula Virtual (plataforma WebCT) fomentando la evaluación en las tutorías.

## **METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO**

La experiencia docente adquirida durante los últimos diez años al impartir la asignatura de “Proyecto de Licenciatura en Química” de 18 créditos europeos ECTS (18x25 = 450 horas de trabajo de los estudiantes) del área de Química Analítica ha promovido nuestra inquietud para la mejora sustancial de la metodología de enseñanza-aprendizaje a través de los métodos ABP y de la existencia de una plataforma virtual (WebCT). El plan de trabajo se desarrolla en 4 fases:

1) *Creación de la plataforma virtual* durante el primer mes del curso para la asignatura, en la que se habilitarán diferentes módulos en función de las etapas para la realización del ABP. Los alumnos tienen a su disposición a través del campus virtual los siguientes módulos.

i) Guía Docente con la distribución de carga ECTS

ii) Agenda: calendario en el que se indican las actualizaciones de las etapas en las fechas de interés.

iii) Enlace URL con Biblioteca de la USC, muy útil para la búsqueda bibliográfica.

iv) Contenidos: tabla de contenidos diseñada para incluir información de utilidad para y el desarrollo del trabajo experimental.

v) Trabajos: herramienta de intercambio y evaluación, y actividades.

vi) Página de comunicaciones: herramienta de correo electrónico interno, de manera que los alumnos se comunican directamente con los profesores, facilitando la tutoría.

2) *Desarrollo del método ABP*. Siguiendo la Normativa establecida en la Facultad de Química de la USC, los proyectos son solicitados por los alumnos en la Secretaría del Centro y posteriormente, asignados por el Centro en función de su expediente académico. Un problema efectivo es aquel en el que la información se presenta de forma progresiva y redactada de manera que estimule la discusión en grupo. Se estimula la motivación del estudiante cuando contiene elementos que reflejan su futuro mundo laboral. Siguiendo las bases de ABP, la información proporcionada a los estudiantes consta de un breve resumen en el que se orienta sobre el Proyecto. El estudiante debe solicitar información bibliográfica, compartirla y discutirla con el Profesor-Tutor, sobre todas y cada una de las etapas del proceso analítico a desarrollar en el Proyecto, con el objeto de planificar el trabajo a realizar en el laboratorio.

3) *Formación en el uso de las herramientas y tecnologías* necesarias para el trabajo experimental a realizar en el laboratorio de Química Analítica del “Instituto de Investigación y Análisis Alimentarias” (IIAA) de la USC. Los alumnos tienen que asumir su propio aprendizaje en los aspectos analíticos y con los materiales e instrumentación analítica necesarios para ello. Este punto es la esencia del método de ABP.

4) *Elaboración de un informe del trabajo experimental* realizado en el laboratorio, bajo la tutoría del profesor, en el que se describe con detalle cada una de las etapas desarrolladas en el Proyecto y se discuten los resultados obtenidos para la toma de decisiones sobre el problema planteado inicialmente. La evaluación en las tutorías, por su naturaleza formativa es de gran importancia. Se basa en el comportamiento de los estudiantes. La descripción de lo observado permite identificar fortalezas y debilidades, teniendo en cuenta la autoevaluación. Esta evaluación formativa supone un 50% de la nota final. Posteriormente, el trabajo realizado por los alumnos es, también, evaluado por un tribunal establecido por el Centro (50% de la nota final). Los criterios de evaluación establecidos por el Centro se resumen en las tablas 1 y 2.

Tabla 1: Criterios de la evaluación del/los tutores

Aspectos de evaluación	Criterios de evaluación	Instrumento de evaluación	% Peso
Trabajo experimental en el laboratorio	Actitud, planificación, organización, rendimiento y motivación	Observación y debate con el Profesor	20%
Iniciativa y autonomía de trabajo	Toma de decisiones y dominio de conocimientos	Debate del profesor con el alumno	10%
Dominio de conocimientos	Capacidad de interpretar resultados	Debate del profesor con el alumno	10%
Calidad del trabajo	Capacidad de redacción. Análisis y síntesis de la información	Informe escrito revisado por el profesor	10%

Tabla 2: Criterios de la evaluación del Tribunal

Aspectos de evaluación	Criterios de evaluación	Instrumento de evaluación	% Peso
Estructura y presentación del trabajo escrito	Establecidos por cada Tribunal evaluador	Informe escrito presentado al Tribunal	20%
Habilidad de presentación oral	Argumentos presentados por el Tribunal evaluador	Material digital y exposición oral	20%
Capacidad de respuesta	Establecidos por cada Tribunal	Habilidad de comunicación y respuesta	10%

## RESULTADOS

Para poder alcanzar los objetivos expuestos, se diseñó esta experiencia de ABP según el cronograma que se presenta en la tabla 3, donde se detallan las diferentes actividades realizadas en el tiempo. Siguiendo este plan de trabajo se han producido una serie de materiales, para cubrir los objetivos planteados para el desarrollo integral de la formación del alumno, y que aparecen en la página principal del curso virtual. El material producido se describe en lo que sigue.

Tabla 3: Cronograma de actividades realizadas durante la experiencia de ABP llevada a cabo a lo largo de un curso académico.

Actividades	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Adjudicación de Proyectos										
Creación de la plataforma virtual										
Creación de la Guía docente										
Búsqueda información bibliográfica										
Planificación trabajo										
Tutoría y seguimiento del trabajo experimental: Validación del método analítico										
Tutoría para la elaboración del informe del trabajo experimental										
Preparación con el alumno de la exposición oral										
Evaluación y defensa del Proyecto ante un tribunal										
Ánalisis de los resultados de la experiencia ABP										

1. Elaboración de la Guía Docente de la materia.

2. Temas-problemas propuestos, con el resumen del trabajo experimental que van a realizar en el laboratorio:

-“Contribución al estudio de nuevas estrategias de preparación de muestra para el control de agentes quimioterapéuticos utilizados en acuicultura”.

-“Desarrollo de metodología analítica para el control de contaminantes originados durante el procesado de los Alimentos”.

-“Utilización de la extracción en fase sólida para el análisis de drogas de abuso en humor vítreo”.

3. Un enlace URL con la biblioteca de la USC para facilitar la búsqueda bibliográfica en:

-Las Bases de datos en soporte informático para la búsqueda de metodologías analíticas como Sci Finder Scholar, ISI Web of Science, Citation Index.

-Colecciones de las principales publicaciones periódicas de Química Analítica que tienen acceso en-línea desde el dominio de la Universidad de Santiago de Compostela, Analytical Chemistry, Journal of Chromatography A, Analyst, etc.

-Información sobre legislación obtenida a través de INTERNET.

4. Creación de herramientas de contenidos específicas, destinadas a la incorporación del material bibliográfico e informes de los resultados experimentales que los alumnos han obtenido a lo largo del curso, así como la memoria final.

5. Creación de herramientas de comunicación incluidas en el módulo “Tus utilidades”: Chat, Correo, Foro y enlaces a páginas de interés para los alumnos.

En la figura 1 se muestra la página principal del Aula Virtual de la asignatura “Proyecto de Licenciatura en Química”. Una vez definidos, presentados y seleccionados cada uno de los proyectos por los alumnos, lo analizan y discuten con la Tutora. En esta etapa los estudiantes comprueban la necesidad de adquirir nuevos conocimientos sobre la metodología analítica que van a manejar y el trabajo comienza con una búsqueda bibliográfica sobre el tema propuesto.

**Tabla de contenidos**

- 1. BIBLIOGRAFÍA
  - 1.1. Anal. Chim. Acta 576 (2006) 31-36.pdf
  - 1.2. J. Chromatogr. A, 1161(2007) 105-112.pdf
- 2. DIRECTIVAS EUROPEAS
  - 2.1. Directiva 2006-11-CE
  - 2.2. Directiva 2006-88-CE
- 3. EXPERIENCIAS PREVIAS
  - 3.1. Pruebas con disolventes ASE
  - 3.2. Directa-SPME 14-02-08
- 4. INTRODUCCIÓN
  - 4.1. Borrador 1
  - 4.2. Borrador 2
- 5. PROYECTO
  - 5.1. Proyecto final
  - 5.2. Presentación Proyecto

Fig. 1: Vista del aula virtual de la asignatura *Proyecto de Licenciatura en Química*

A modo de ejemplo, en la tabla de contenidos del proyecto “Contribución al estudio de nuevas estrategias de preparación de muestra para el control de agentes quimioterapéuticos utilizados en acuicultura” se muestra los diferentes apartados en los que el estudiante presenta al tutor la bibliografía y Directivas Europeas relacionadas con su aprendizaje (ver figura 1). El estudiante expone al profesor la información obtenida, se discute y enfoca el problema inicial basándose en los nuevos conocimientos adquiridos. El estudiante comienza la realización práctica del problema planteado en el laboratorio de Química Analítica, realizando una serie de experiencias previas antes de abordar la puesta a punto del procedimiento analítico bajo la supervisión de Profesor-tutor. A continuación se aborda la estrategia siguiente: 1) Validación intrínseca del procedimiento analítico a través de las propiedades analíticas: Exactitud, Precisión (incertidumbre), Selectividad, Intervalo de determinación, Límite de detección, Límite de cuantificación, Sensibilidad, Robustez, Rapidez y Coste; 2) Adquisición y tratamiento de datos: cromatogramas, gráficos señal/tiempo, diseño de experimentos; y 3) Aplicación de la metodología analítica al análisis de muestras reales.

Los alumnos redactan un informe en el que reflejan y analizan los resultados obtenidos. Este informe, tras ser supervisado por la tutora, constituye la memoria final del Proyecto que es defendida ante el tribunal correspondiente. Las etapas seguidas para la elaboración del informe han sido: i) Elaboración de una estructura de presentación oral del trabajo experimental en PowerPoint; ii) Sintetizar y enfatizar cada una de las etapas desarrolladas en el trabajo; y iii) Desarrollar la capacidad de respuesta ante las cuestiones y comentarios que pueda hacer el tribunal ante el cual se presenta el trabajo.

Durante todo el proceso de ABP, las tutoras han valorado críticamente la documentación entregada referente a la información bibliográfica y a los resultados experimentales obtenidos por el estudiante. Además, se han realizado entrevistas semanales de seguimiento con los alumnos que permiten guiar el aprendizaje referente al trabajo experimental. También se ha mantenido una dinámica de comunicación e intercambio de material con los estudiantes mediante el Aula Virtual creada. En ella los alumnos no solo han tenido disponibles, vía Web, materiales de apoyo (como guía docente, enlaces URL) sino que fue empleada como fuente de comunicación entre profesor-alumno para la resolución de dudas y, fundamentalmente, como medio para el seguimiento de los resultados e informes de trabajo que reflejaban el desarrollo del proyecto y que eran supervisados por la tutora. Prueba de ello, es la utilización de la herramienta correo, entre la tutora y los estudiantes como se muestra en la figura 2. Asimismo, a modo de ejemplo, se muestra en la figura 3 la distribución de acceso de un alumno, reflejada en la opción de seguimiento de alumnos.

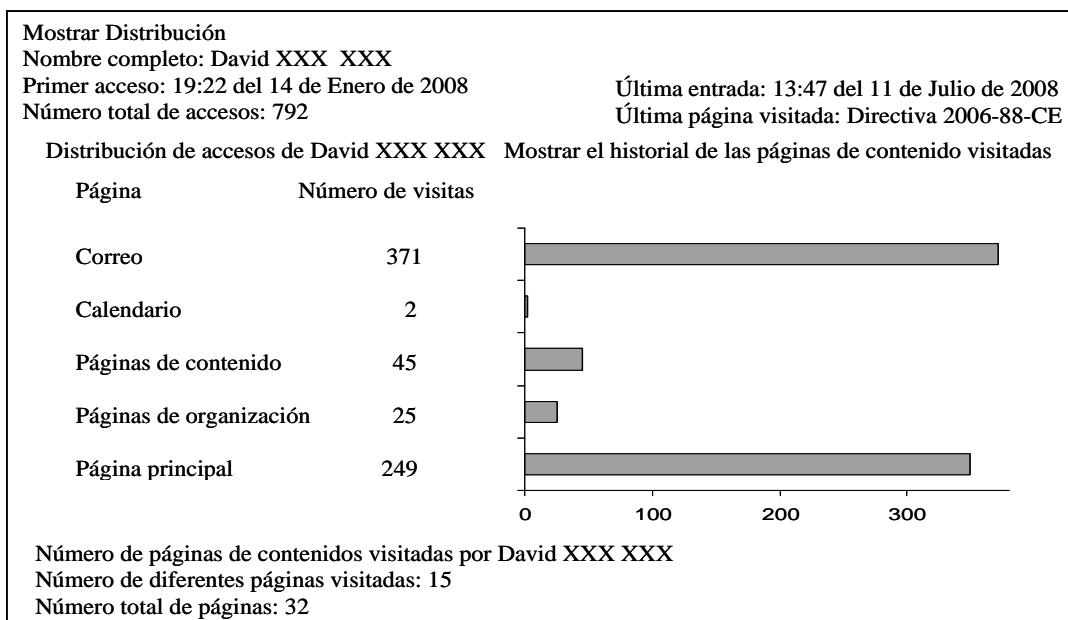


Fig. 2: Visualización de los accesos de un estudiante a las diferentes páginas del aula virtual

Carpeta	Non lidas	Total
Bandexa de entrada	0	39
Bandexa de saída	0	30
Borrador	0	0
<b>Todo</b>	<b>0</b>	<b>69</b>

Fig. 3: Visualización de las entradas a través de la herramienta correo del aula virtual.

En relación con las dificultades encontradas, destacar como principales problemas, los siguientes:

- 1) La falta de hábito de los alumnos en el trabajo en ABP ya que a lo largo de la licenciatura se opta en un porcentaje muy elevado por las clases magistrales, teniendo el alumno un papel menos activo. No obstante, debemos resaltar el gran esfuerzo realizado por parte de los estudiantes en la realización del proyecto de licenciatura y su valoración positiva por su similitud con el ámbito profesional.
- 2) Desde el punto de vista docente, comienzan a existir experiencias similares en el campo de la ciencia. Sin embargo en el campo de la Química Analítica no son numerosas, y es necesario plantear coherentemente los objetivos, las competencias, conocer la metodología activa de aprendizaje y adaptarla posteriormente a la licenciatura en Química.
- 3) El proceso de evaluación formativa y sumativa es importante en el ABP. En estos proyectos el 50% de la evaluación la realizan los Profesores-Tutores y el 50% restante el Tribunal correspondiente. Se han valorado los siguientes aspectos en el aprendizaje del estudiante: La planificación y organización del trabajo, rendimiento y motivación (0-20 puntos); La iniciativa y autonomía para hacer el trabajo (0-10 puntos); La capacidad para interpretar los resultados (0-10 puntos); y La capacidad para redactar el informe del proyecto (0-10 puntos)

Finalmente, se ha observado que el ABP fomenta el desarrollo de habilidades y competencias transversales como la responsabilidad del manejo de instrumentación compleja de laboratorio, la capacidad de trabajo autónomo y en equipo (dentro del grupo de investigación en el que se integran) y la mejora de la expresión oral y escrita.

## CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP) ha resultado ser una experiencia muy útil para el desarrollo de las habilidades, capacidades y competencias demandadas por el mundo laboral, siendo el trabajo en equipo en un laboratorio analítico y el autoaprendizaje, a través de la experimentación química, las más relevantes.

Se ha adquirido experiencia en el uso de nuevas alternativas docentes, incrementando la calidad del proceso educativo que actualmente se está realizando, con vistas a su posible implementación en futuros planes de estudio. Los alumnos han abordado la resolución de un proyecto-problema analítico, similar al que pueden encontrarse en el mundo laboral/profesional, el cual han resuelto satisfactoriamente teniendo que proporcionar resultados dentro de los plazos establecidos para su desarrollo. Para ello resulta necesario disponer de herramientas informáticas de aprendizaje como WebCT.

## **AGRADECIMIENTOS**

La realización de esta experiencia ha sido posible gracias a la concesión de un Proyecto por la Universidad de Santiago de Compostela al amparo de la VII Convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa para el curso académico 2007-08.

## **REFERENCIAS**

Bailey, P.D. y Garratt, J., *Chemical education: theory and practice*, University Chemistry Education, 6, 39-57 (2002).

Branda, L.A., *El aprendizaje basado en problemas. El resplandor tan brillante de otros tiempos. En El aprendizaje basado en problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*, pp. 17-46 en Araujo U.F., Sastre G. (editores), Edit. Gedisa, Barcelona (2008).

Branda, L.A., *El aprendizaje basado en problemas. De herejía artificial a res popularis*, Educación Médica 12,11-23 (2009).

Belt, S.T; Evans, E.H.; McCreedy, T.; Overton, T.L. y Summerfield, S. *A problem based learning approach to analytical and applied chemistry*, University Chemistry Education, 6, 65-72 (2002).

Iglesias, J., *El aprendizaje basado en problemas en la formación inicial de docentes*, Perspectivas, 32, 1-17 (2002).

Larive, C.K. *Problem-based learning in the analytical chemistry laboratory course*, Analytical and Bioanalytical Chemistry, 380, 357-359 (2004).

Morales, P. y Fitzgerald, L., *Aprendizaje basado en problemas Problem-based learning*, Theoria, 13, 145-157(2004).

Prieto, L., *Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas*, Revista de Ciencias Humanas y Sociales, 64 (24) 173-196 (2006).

*PBL, Problem-Based Learning (PBL) Articles in Biochemical Education (1992-2000) and Biochemistry and Molecular Biology Education (2000-2004).*

<http://www.udel.edu/chem/white/teaching/BiochEd/articles.html>. Acceso: 9 de Diciembre (2010)

Ram, P., Ram, A., Holzman, J. y Sprague, C., *A cognitive model of problem-based learning and its application to educational software design*, IADIS International Conference on e-Learning (eLearn-07), Lisbon, Portugal 6-8 de julio (2007).

Sáez, P.D. y C.E. Monsalve, *Aprendizaje Basado en Resolución de Problemas en Ingeniería Informática*, Formación Universitaria 1, 3-8 (2008).

Woods, D.R. y Bayley, L., *Assesing student performance in Problem-based learning*. Ch. 8, in *Preparing for PBL.*, Edit. McMaster University, Ontario (2006). [www.chemeng.mcmaster.ca/innov1.htm](http://www.chemeng.mcmaster.ca/innov1.htm). Acceso 9 de Diciembre (2010).