

## ABPYTICS ADAPTADOS A LOS LABORATORIOS DE PRÁCTICAS DE QUÍMICA FÍSICA: SU INSERCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

### PBL AND ICTS APPLIES TO PHYSICAL CHEMISTRY LABORATORIES: ITS INSERTION AND IMPLEMENTATION

Antonio Sánchez Coronilla  
antsancor@us.es

*Universidad de Sevilla. Departamento de Química Física. Facultad de Química  
C/ Profesor García González s/n 41012 Sevilla España*

*El trabajo que se presenta está basado en la experiencia docente llevada a cabo en los grupos de laboratorio de las asignaturas Termodinámica Química y Experimentación en Química Física, de primer y segundo curso de la Licenciatura en Química.*

*El objetivo principal de este trabajo ha sido demostrar que el hecho de emplear e integrar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), es válido y aplicable a cualquier asignatura universitaria de índole práctica que implique a la Química Física.*

*Palabras clave: Enseñanza Virtual, Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), anecdotario, TICs.*

*This work presents the obtained results on the context of two experimental subjects entitled Thermodynamic Chemistry and Physical Chemistry Laboratory.*

*The principal goal is to show that the Problem Based Learning (PBL) technique integrated with the new technologies of virtual-teaching works efficiently as new methodologies of teaching Physical Chemistry at the university.*

*Keywords: Virtual-Teaching, problem-based learning (PBL), 'anecdotario', teamwork, ICTs.*

#### **1. Introducción.**

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como técnica didáctica, tuvo sus primeras aplicaciones en escuelas de medicina de Canadá y Estados Unidos, con la original idea de plantear problemas reales, lo cual supuso una revolución tanto de los contenidos como de la forma de enseñanza con la que hasta el momento se preparaba a los estudiantes (Morales, 2004). De forma que, una vez

presente el problema, se identifica la necesidad del aprendizaje, se busca la información necesaria y se intenta resolver dicho problema. Es decir, se intenta cambiar la orientación de un curriculum convencional basado en temas expuestos por parte de los profesores, donde una vez presentada la información se busca su aplicación en la resolución de un problema.

En el ABP, el alumno no es un mero sujeto pasivo que recibe información por parte del profesor, sino que es el propio alumno quien

busca el aprendizaje que considere necesario para resolver los problemas y dudas que se le planteen. Pero hay que prestar atención en que el problema es el interruptor para que los alumnos cubran los objetivos de aprendizaje del curso, y ha de advertirse que el objetivo no es la resolución del problema en sí. Por tanto, el ABP se trata de una estrategia didáctica centrada en el alumno, basado en su trabajo y esfuerzo, lo que les permitirá desarrollar habilidades, actitudes y valores para su mejora personal y profesional.

Una característica del ABP es el trabajo en equipo (de varios integrantes dependiendo de las disciplinas), donde el profesor asume el rol de tutor-guía/facilitador-guía, promoviendo la discusión en la sesión de trabajo con el grupo. Durante las sesiones grupales, los alumnos adquieren responsabilidades y toman decisiones, (básico para su formación), asumiendo un aprendizaje constructivo.

Es por todo esto que, de acuerdo en el nuevo marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), en el que el alumno es el protagonista del nuevo escenario educativo, el ABP vea su punto álgido y de utilidad como estrategia didáctica.

No obstante, la sociedad actual a la que se ha venido a denominar “sociedad de la información”, viene marcada por los avances de las tecnologías de la información y comunicación (TICs). Es por ello que un escenario educativo como el universitario no puede verse desplazado en el empleo de estas nuevas tecnologías, sino que debe ir parejo al transcurrir de los tiempos, y aplicarlas e implementarlas en sus aulas. Esto no es sino innovar, definido por algunos autores como “el arte de aplicar, en condiciones nuevas, en un contexto concreto y con un objetivo preciso, las ciencias, las técnicas, etc.” (Morin,

1998; Salinas, 2004). De ahí que las universidades, conscientes de los cambios que acontecen, hayan comenzado una labor formativa en el empleo de estas nuevas tecnologías en la educación, poniendo a disposición de su profesorado las herramientas para su uso. El empleo de las nuevas plataformas de enseñanza virtual a través de Internet es de gran utilidad como complemento y apoyo a la enseñanza presencial.

De todo ello se deduce que será muy positivo el empleo del ABP como técnica didáctica y complementarlo con el uso de las TICs.

Los laboratorios de prácticas, donde se suelen agrupar a los alumnos, conviviendo además durante gran número de horas, constituyen un buen escenario para el desarrollo del ABP. Conjuntamente, se puede emplear las plataformas de enseñanza virtual para interactuar con ellos, sirviendo, asimismo, como un elemento de retroalimentación constante. Y es, precisamente, la aplicabilidad del ABP junto con las TICs a los laboratorios de Química Física de lo que trata este trabajo. Tomando como punto de partida su empleo en dos asignaturas independientes, a través de la narración de la experiencia educativa que se presenta, subyace el objetivo de demostrar que es posible su aplicación e implementación a cualquier asignatura de índole práctica que implique al Departamento de Química Física, poniendo de manifiesto su interdisciplinaridad ya que es factible su aplicación tanto para la licenciatura en Farmacia como para la de Química, Facultades en las que este Departamento imparte docencia, ya sea para los planes de estudios actuales como para los nuevos, adaptados al EEES.

<b>Datos de las asignaturas</b>		
<b>Departamento</b>	<b>Química Física</b>	
<b>Asignatura</b>	<b>Termodinámica Química</b>	<b>Experimentación en Química Física</b>
<b>Ciclo</b>	<b>Primero</b>	
<b>Curso</b>	1	2
<b>Carácter</b>	<b>Troncal</b>	
<b>Duración</b>	<b>Anual</b>	<b>Cuatrimestral</b>
<b>Créditos Totales</b>	12	7.5
<b>Créditos Teóricos</b>	9.0	
<b>Créditos Prácticos</b>	3.0	7.5

Figura 1. Datos de las asignaturas

## 2. Contexto curricular de la experiencia.

### *Datos de las asignaturas*

Las asignaturas en las que se ha desarrollado esta experiencia son Termodinámica Química y Experimentación en Química Física, ambas pertenecientes al primer ciclo de la Licenciatura de Química. Aunque más adelante se hará una descripción más detallada, en la figura 2 se resumen los datos más generales de ambas asignaturas, obtenidos a partir del Plan de Estudios de la Facultad de Química conducentes al Título de Licenciado/a en Química.

### *Asignatura de primer curso: Termodinámica Química*

Termodinámica Química, es una asignatura de carácter Troncal de primer curso. En total son 12 créditos los que se han de impartir, de

los cuales 9 de ellos pertenecen a una parte teórica y los tres restantes pertenecen a prácticas de laboratorio. En concreto, la experiencia que aquí se presenta está fundamentada en la aplicación a dos grupos de laboratorio. Los alumnos implicados fueron unos veinticinco por grupo.

Esta asignatura de introducción a los principios de la Termodinámica se complementa con asignaturas de Química Física de cursos superiores.

En lo relativo a conocimientos y destrezas previas se recomienda haber cursado Física, Química y Matemáticas en el Bachillerato.

### *Asignatura de segundo curso: Experimentación en Química-Física*

Experimentación en Química Física es una asignatura de carácter Troncal de segundo curso y de duración cuatrimestral. Se han de impartir 7.5 créditos y se trata de una

asignatura de índole práctico de introducción al laboratorio en Química Física, sirviendo como complemento de la docencia teórica vista en cursos precedentes, caso de la Termodinámica Química (primer curso, como ya se ha expuesto), y, en el mismo curso, caso de Química Física (asignatura Troncal de duración anual de segundo curso). El presente trabajo se aplicó a un grupo de unos 20 alumnos.

Como conocimientos previos se recomienda haber aprobado Termodinámica Química y estar cursando la asignatura de Química Física, aunque como posteriormente se verá, no siempre se daba esta situación ideal.

### 3. Objetivos

En la figura 2 se resumen los principales objetivos teóricos de ambas asignaturas, obtenidos a partir del Plan de Estudios de la Facultad de Química.

### 4. Metodología.

La metodología seguida consta de tres partes vinculadas que indican la aplicabilidad del ABP y las TIC en los laboratorios y su interconexión en el trabajo.

1.- En una primera parte, se efectúa un acercamiento al estado de conocimiento de los alumnos (Branda, 2008; Branda 2009) para lo que se elaboró un test de ideas previas, con el fin de ponerlo a disposición de los alumnos en la plataforma de Enseñanza Virtual. Con todo ello se puede evaluar y estimar la situación de conocimiento en la que se encuentra la persona a la que se va a enseñar, fomentando el aprendizaje significativo.

2.- El ABP se desarrolla siguiendo las siguientes pautas:

- Generar en primera instancia un ambiente adecuado para que los grupos reducidos de alumnos, trabajen de manera colaborativa y

<b>Objetivos teóricos</b>	<b>Termodinámica Química</b>	<b>Experimentación en Química Física</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los principios de la Termodinámica y sus aplicaciones a la Química</li> <li>• Utilizar los principales aspectos de la terminología química y, en particular, los de la Termodinámica Química, las convenciones y las unidades de medida</li> <li>• Conocer las características de los diferentes estados de la materia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las características de los diferentes estados de la materia y las teorías que se usan para describirlos</li> <li>• Desarrollar las ecuaciones de velocidad; interpretación mecanicista de las reacciones químicas</li> <li>• Dominar la terminología científica</li> <li>• Conocer los fundamentos de la mecánica cuántica y su aplicación a la descripción de la estructura y propiedades de los átomos y moléculas</li> <li>• Utilizar las nuevas tecnologías</li> </ul>

Figura 2. Resumen de los objetivos de las asignaturas

promover la participación del profesor como tutor facilitador del aprendizaje (Hmelo-Silver y Barrows, 2006; Morales y Landa, 2004). Teniendo siempre presente la importancia de fomentar el diálogo profesor alumno (reciprocidad).

- Hacerles ver, siguiendo la idea fundamentada en el modelo Bolonia, lo que el profesor pretende de ellos y que lo más importante es “aprender a aprender” (Rué, 2008), tratando de favorecer un “modelo interactivo” de enseñanza. Recopilan, analizan la información y plantean correctamente los resultados, confeccionando en último término los informes correspondientes a las prácticas realizadas.

- Estimular a los alumnos para la aplicación de sus conocimientos previos, que aunque no lo crean, los poseen (teniendo presente el test de ideas previas).

- Estimular a los estudiantes buscando asuntos de interés para ellos, adaptando los proyectos a las prácticas a realizar en la asignatura relacionándoles la Química con la vida diaria, así como dándoles tiempo para investigar y mostrar sus puntos de vista (Enemark y Kjaersdam, 2008).

- La retroalimentación debe ser constante durante todo el proceso de trabajo del grupo, sirviendo de estímulo a la mejora y desarrollo del proceso (Morales y Landa, 2004). La evolución del aprendizaje se sigue mediante la creación de un Anecdotario colocado en la plataforma virtual, en donde plantean sus ideas, opiniones, valoraciones, reflexiones personales, sirviendo para conectar mejor con ellos. De esta manera se pretende desarrollar el espíritu crítico.

- Exposiciones y presentaciones en público: los resultados de las pruebas realizadas se estudian individualmente y de manera pública en grupo, implicando a todos los alumnos en

el proceso de tratamiento de datos y resultados, implicándose más a fondo en lo que van haciendo, así como hacerles aprender a expresarse en público, fomentando el respeto a los demás, con el objetivo de que aprendan y pierdan el miedo a exponer en público. Además, muchos de los alumnos se cohíben y si no entienden algo no preguntan, y este ejercicio les sirve para que los demás compañeros les ayuden, fomentando el trabajo en equipo. Asimismo, sirve también para prepararlos para una futura entrevista de empleo o de exposición de datos hacia otras personas en reuniones en la que tendrán que hablar en público, promoviendo la toma de decisiones.

3.- En la tercera parte, para facilitar el aprendizaje, se ha creado e incluido material multimedia de índole gráfico en la plataforma de Enseñanza Virtual, en donde se elaboran las prácticas a realizar de manera que sean descritas de manera clara, concisa y efectiva. Los videos y archivos multimedia serán liberados de manera selectiva una vez se haya producido la reunión grupal en público para desarrollar los proyectos de prácticas, de forma que al ver los videos, éstos les sirvan como retroalimentación en su etapa de adquisición de conocimiento y su aprendizaje sea más significativo.

#### **4.1. Planteamiento general del sistema de evaluación**

Al tratarse de parejas se asegura que trabajen todos y no hagan un uso abusivo de la amistad, evitando que uno de ellos tenga una mayor carga de trabajo. En la evaluación del proyecto tendrá un mayor peso la Evaluación docente 70% sobre 100; un 10% la Autoevaluación y un 20% la Coevaluación (en la plataforma de Enseñanza Virtual se les exponen los criterios específicos para cada

una, que por motivos de espacio no se han incluido aquí).

Se valoran tanto el informe como el cuaderno de trabajo de laboratorio, que serán individuales; su participación en la Plataforma Virtual, asimismo se hará un seguimiento de la actitud y forma de trabajar tanto en el laboratorio como en las horas de consulta, que deberán ser aprovechadas.

Durante los proyectos, los alumnos realizarán exposiciones públicas, aportarán su visión sobre el trabajo, aparte de una parte de exposición de experiencia personal, también mostrada en el Anecdotario, indicando la posible vinculación con la vida cotidiana, y en sus vidas como opción.

Se valorará muy positivamente la capacidad del alumno para afrontar los problemas presentados al realizar el proyecto y la forma de afrontarlos.

Al final realizarán un pequeño examen evaluativo de los conocimientos adquiridos en relación a las experiencias realizadas.

Los alumnos no presentados deberán concurrir a las convocatorias de junio y/o septiembre.

### **5. Desarrollo y narración de la experiencia.**

Teniendo presente la metodología presentada, en la primera sesión se realizó una presentación de las asignaturas y una puesta en común de ambas. Cabe destacar que, como se ha expuesto, son asignaturas pertenecientes a dos cursos diferentes, y que, obviamente, el intervalo temporal no es el mismo.

Resultó curioso ver, cómo en Termodinámica Química, asignatura de primero, una mayoría del alumnado era repetidor, dada la obligatoriedad de la realización de las prácticas de laboratorio.

Asimismo, en Experimentación en Química Física, también había bastantes repetidores. Ello pone de manifiesto que la disciplina de Química Física en general no es del agrado del alumnado, con el consecuente resultado de suspender y tener que cursarla de nuevo, esto es: repetir.

Por tanto, el principal reto al que me enfrentaba era el desagrado por esta disciplina, focalizado en las asignaturas. Con la eventualidad de que los alumnos repetidores, al ser mayoría, infundían desánimo al resto de compañeros que la cursaban por vez primera. Consecuentemente, el panorama era desalentador. Ante esto, había que actuar. Teniendo presente la siguiente frase de Leamson (1999) "*The real goal of teaching is to persuade students to initiate their internal learning processes*", he de comentar que mi planteamiento personal de las asignaturas fue que ellos aprendieran, pues esa es mi función, y ayudarles (Hmelo-Silver y Barrows, 2006).

Otro pormenor añadido, era que, en el caso de Termodinámica, al tratarse de alumnos de primero, no estaban versados en el manejo del material de laboratorio y, por lo tanto, no tenían soltura, pues para muchos de ellos era la primera vez que entraban en un laboratorio.

Por estos motivos, al formar los grupos, fue conveniente mezclar alumnos repetidores con alumnos de nuevo ingreso. Esta decisión no se encontró lejos de ser criticada, como se podía intuir de los típicos cuchicheos por parte de los alumnos repetidores, puesto que hubieran preferido tener por compañeros a sus amigos de clase. Pero lejos de desalentarme, esta situación me animó, puesto que uno de los objetivos era hacer grupo y generar debate, y esa actitud que tomaban mi hizo pensar que podía ser posible.

En ambos casos, para Termodinámica y

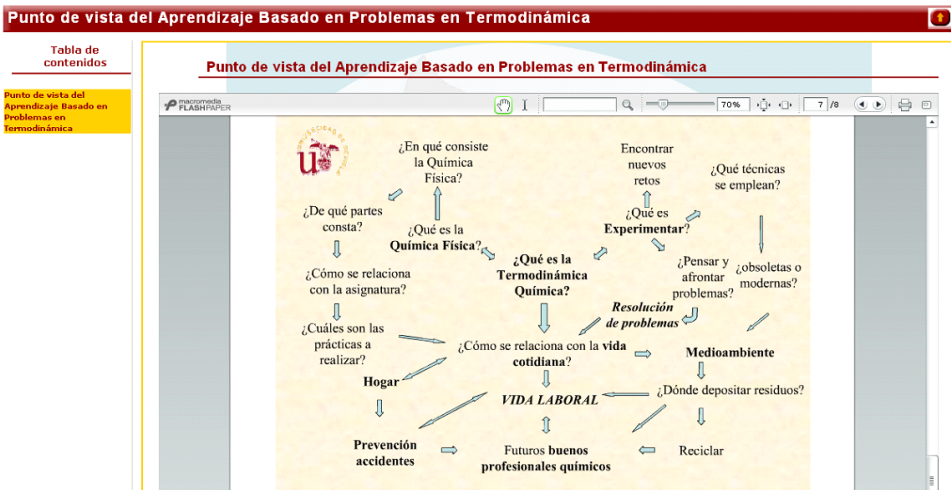


Figura 3. Presentación en la plataforma virtual de la visión del ABP en Termodinámica

Experimentación en Química Física, lo primero que hice fue darles una visión de lo que yo quería de ellos y les aclaré que todo lo que les estaba explicando también lo tenía recogido

en unos documentos de mi página Web personal y de mi plataforma virtual, a la cual entramos, como se ilustra a modo de ejemplo en las figuras 3 y 4 (Moreno y otros, 2004;


	<b>Facultad de Química</b> <b>Facultad de Farmacia</b> <b>Departamento de Química Física</b>	
	<p>Principal Investigación</p> <p>Docencia</p> <p>Galería</p> <p>Información sobre el Profesor</p> <p>Blog de Química</p>	<p><a href="#">Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) adaptado a Termodinámica Química (pdf)</a></p> <p><a href="#">Colección Problemas de Exámenes Experimentación Química Física de años anteriores (pdf)</a></p> <p><a href="#">Cuestionario de Docencia (enlace individualizado a Secretaria Virtual)</a></p> <p><a href="#">Enlace Página Web Huckel Universidad de Calgary</a></p> <p><a href="#">Enlace Página Acreditada Profesor Emilio García Fernández</a></p>

Figura 4. Presentación de la página Web personal acreditada por la Universidad de Sevilla

### Test de ideas previas

Demo Alumno  
 Iniciada: 26 de octubre de 2009 10:40  
 Preguntas: 20

**12.** (Puntos: 0.5)

Un ejemplo de celda voltaica o galvánica o pila es una batería de plomo de automóvil, en la se aprovecha una reacción y se emplea para generar corriente eléctrica.

Verdadero  
 Falso

Guardar y ver Siguiente
Pregunta siguiente

Terminar
Ayuda

#### Estado de pregunta

- No respondida
- !  Respuesta no guardada
- ✓ Respondida

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>
<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>
<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>
<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>

Figura 5. Ejemplo de un test de ideas previas

Añel, 2008). Manifestando cómo debe ir parejo el desarrollo tecnológico con el avance en las ciencias aplicadas, demandando el empleo de las TICs en la educación (López, 2007; Salinas, 2004).

Del contexto de la experiencia, como se extrae del apartado anterior, en lo relativo a conocimientos y destrezas previas, para la asignatura de Termodinámica se ha mencionado la conveniencia de haber cursado Física, Química y Matemáticas en el Bachillerato, mientras que para Experimentación en Química Física se recomendaba haber cursado Termodinámica Química y estar cursando la asignatura de Química Física, aunque esto que es la ides, no siempre se producía.

Para conocer el grado de partida en el que se encuentran los alumnos, empleando las TICs de forma activa, en la plataforma se han creado una serie de test de ideas previas

(Bernabé, 2008), figura 5, que permite seguir la evolución del alumnado, así como que ellos mismos se autoevalúen (Branda, 2009; Consejo de Investigación y Desarrollo Educativo, 2008). Estos tests, al encontrarse a su disposición en la plataforma, se decidió mantenerlos abiertos durante todo el curso para que ellos accedieran y fueran probando su evolución e irse preparando para el examen teórico. Además esto les servía de retroalimentación de utilidad con respecto a la eficacia de la formación (Bernabé, 2008). Constan de un gran fondo de preguntas y cuestiones que se van organizando aleatoriamente cada vez que se decida realizar la prueba, por lo que difícilmente coinciden los mismos test ya hechos, sin embargo sí pueden coincidir algunas preguntas. Merece la pena comentar que algunas de estas preguntas son las que posteriormente se recogen en los exámenes, de ello también se



les informó a los alumnos, por lo que se les animaba a que realizaran este tipo de pruebas, y que al ser de autoevaluación no importaba la calificación que obtuvieran sino que repercutía en su propio beneficio: el aprendizaje.

A modo de ejemplo se eligió un test, se realizó y se puso en común con el grupo en forma de coloquio. Como cabía esperar, de la inspección de los tests y del coloquio se apreciaban las lagunas que presentaban los alumnos. Sobre todo en lo que a conceptos básicos de Química Física se trataban, tales como lo que era una pila o celda electroquímica.

Análogamente, en Experimentación en Química Física, al ser asignatura de segundo, los conceptos a desarrollar y el manejo de los programas a emplear requería cierta visión de la asignatura y conocimientos previos que se complementan además con lo que se ve en Química Física del mismo curso. Obviamente, me encontré que algunos de ellos no estaba matriculado en la misma, inconveniente que, desafortunadamente, yo ya preveía, dado la libertad de matrícula. Es más, también por este motivo, algunos de ellos estaba cursando la asignatura teniendo pendiente Termodinámica Química de primer curso.

Ante esa tesitura creí conveniente darles siempre una introducción teórica, pero totalmente aplicada de lo que se iba a hacer, explotando sus conocimientos previos. Asimismo, irles convenciendo de que todo está relacionado con la vida cotidiana, y sirve para ellos, de esta manera se intentaba atraer su atención, y hacerles ver para qué sirve lo que iban a hacer, que no se trataban de meras experiencias en un laboratorio (Enemark y Kjaersdam, 2008).

A modo de ejemplo, sirva la práctica, en Termodinámica Química, de la determinación de magnitudes termodinámicas a partir de

medidas de fuerza electromotriz. En relación a ésta, el planteamiento del problema-caso comenzaba así: se les supuso que estaban contratados en una empresa de móviles en la sección de I+D+i para la invención de nuevas baterías. Y se querían hacer pruebas de cómo le afectaba los factores ambientales, como la temperatura, si variaban los potenciales o eran estables. Ya que si una persona se va a la playa o a la nieve y necesita contactar con alguien, el terminal debe seguir funcionando, debe ofrecer fiabilidad.

Los alumnos se involucraron personalmente en la práctica. Se sentían como si efectivamente formaran parte de una empresa y querían colaborar. Buscaban bibliografía y estaban motivados, y lo más satisfactorio, los repetidores estaban colaborando de forma entusiasta, como si nunca hubieran realizado la práctica.

Los resultados experimentales muestran como al disminuir la temperatura, aumentaba la fuerza electromotriz. Teniendo esto presente, en un debate grupal surgió el tema de que propusieran un ejemplo cercano del empleo del frío para aumentar el potencial de una batería, tal y como recogía el resultado de la práctica. Entre una de las respuestas se planteó que alguno de ellos, cuando los mandos a distancia de sus televisores no respondían, introducían las pilas cierto tiempo en el congelador de los frigoríficos de sus casas, y al cabo de este tiempo podían cambiar los canales con el mando, pues volvía a funcionar. Y eso fue animando el debate.

En el campo práctico hay que prestar especial atención a la recogida y registro de datos por parte de los alumnos. Y, es que, tienen tendencia a anotar los datos de forma desorganizada sin el empleo correcto de un cuaderno de laboratorio, prestando más atención al manejo de los aparatos que a la

recogida de datos que éstos proporcionan. Este detalle fue vigilado y los informes entregados fueron bastante elaborados, habiendo prestado detalle a las unidades y a la expresión.

Otro ejemplo ilustrativo se puede obtener de la asignatura Experimentación en Química Física, en la experiencia de estudio de equilibrios de fases, en concreto de la determinación del calor latente de vaporización del agua, práctica muy sencilla pero no por ello menos curiosa. En ella se suponía que estaban en una línea de estudio de nuevos anticongelantes, y el jefe de planta les había pedido averiguar el calor de vaporización de una disolución problema, y deseaba conocer su curva de vaporización, esto permite estudiar el comportamiento que seguía al variar la presión y la temperatura. En este caso la disolución problema era el agua. En este símil de empresa, yo quería comprobar, de nuevo, las capacidades que tenían de

adaptarse e involucrarse en un equipo, y fomentar el trabajo en grupo.

Una vez que realizaron la experiencia, empezaban a analizar los datos, y ahí surgía el conflicto, acudían a lo más rápido, fácil y cercano, es decir: Internet. Empezaban a buscar datos en la red, cuando tenían en el laboratorio, Handbooks (manuales especializados) y bibliografía, donde rápidamente se hallaban los resultados, pero curiosamente argumentaban que ellos no habían buscado nunca en un Handbook. Les animé a buscar los resultados en la bibliografía del laboratorio y que la comparasen, lo cual les supuso un reto positivo. De hecho, se dieron cuenta que a veces las páginas webs no facilitan una información veraz. Además aprendieron que, a pesar del Handbook en papel, hay uno en formato digital que ellos desconocían y que también emplearon para comparar los resultados, les puse un link directo en mi página Web para facilitarles el

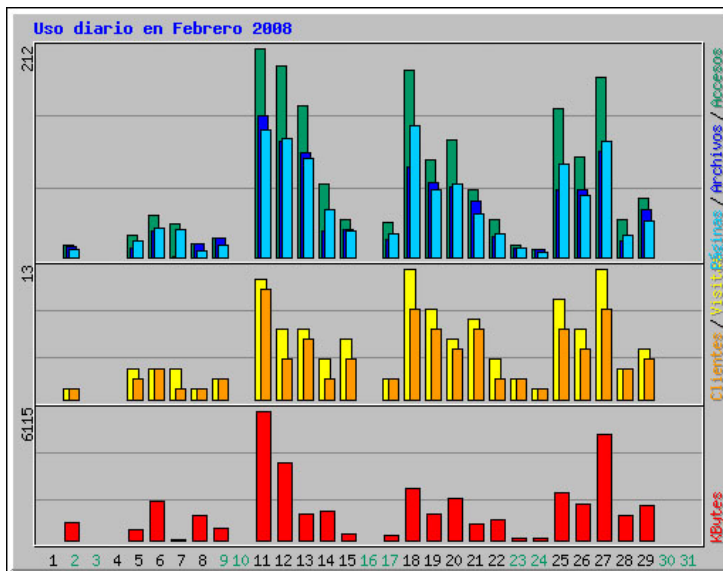


Figura 6: Representación del uso diario de entradas en la página Web personal

acceso. Este ejercicio les sirvió para aprender a tomar decisiones y a buscar alternativas loables.

En la figura 6 se muestra el acceso diario a mi página Web durante el tiempo que duró esta experiencia. La fila intermedia indica los accesos, la superior los archivos visitados y la inferior los kBytes de información descargada. A este respecto, hay que añadir que también introduje algunos problemas de exámenes de otros años, así como otros documentos, y que aunque también lo tenían a su disposición en la plataforma virtual, los datos indican que la mayoría se los descargaban de la página Web. La explicación más inmediata es acudir con la mayor rapidez y comodidad a la página, y no, que cada alumno accediera a su usuario de enseñanza virtual donde tenían que identificarse e introducir sus datos y contraseñas. Por tanto, aunque aprendieron a comparar datos a través del Handbook e Internet, siempre iban a acudir a Internet y a lo más cómodo y rápido, no se podía negar esta evidencia.

En relación a las exposiciones en grupo, una experiencia que quería poner en práctica era que ellos cogieran soltura o por lo menos les sirviera como un primer acercamiento, en muchos casos, a la exposición y presentación en público. El objetivo de tal ejercicio era prepararlos para una futura entrevista de trabajo.

Sin ir más lejos, los resultados fueron sorprendentes y satisfactorios, tal y como exponen Enemark y Kjaersdam (2008) de la Universidad de Aalborg en Dinamarca: “El ABP favorece las destrezas de comunicación. El trabajo de proyecto enseña al alumno a comunicar sus ideas, pensamientos, experiencias y valores a otros alumnos, cuando debate sobre el proyecto con ellos en el grupo de proyecto; al profesor, cuando este grupo

habla del proyecto con su supervisor; y a un público determinado, cuando exponen su proyecto, sus problemas y soluciones...”

La manera que tuve de seguir sus opiniones acerca de esta nueva experiencia fue a través del citado “Anecdotario” de la plataforma de enseñanza virtual, donde abiertamente me mostraban sus opiniones. En esta experiencia, para ambas asignaturas, la participación fue extraordinaria, sobre todo en Experimentación en Química Física, de hecho, algunos disfrutaban durante la exposición, tenían madera de líderes, lo cuál quedó más que claro cuando entregaban las anécdotas de la práctica, tal y como se indica en los siguientes párrafos de los propios alumnos:

- *“Al hacer los ejercicios en grupo pienso que hemos aprendido bastante puesto que lo que uno no sabía, lo sabía el otro y éste se lo explicaba para que lo pudiéramos comprender...puesto que nos sacabas a la pizarra ... me parece muy acertado puesto que te quitas el miedo a hablar en público y comprendes mucho mejor las cosas...”*

- *“...las explicaciones en la pizarra han sido algo que me ha ayudado un poquito al miedo ese que tenemos al salir y enfrentarnos a un problema y lo que es peor a un público...no dejes de hacerlo...”*

- *“...lo que he visto bien de estas prácticas es que nosotros saliésemos a la pizarra y nos explicásemos los unos a los otros, porque de esta forma aprendíamos a cómo nos tenemos que explicar y comportar ante un grupo de personas.”*

Con respecto a las anécdotas, he de decir que les pedía que me dieran toda la opinión posible de lo que han hecho, lo que les ha pasado, hasta lo más peregrino. Afortunadamente, de nuevo, la idea fue altamente fructífera. Y hasta decían lo que les llamaba la atención tener que hacer el

Anecdótico. El hecho de que me dieran sus ideas, opiniones, valoraciones, me sirvió para conectar mejor con ellos, logrando obtener así sus verdaderas opiniones, desarrollando su espíritu crítico. Pero la mejor forma de ver esto es con unos párrafos de los propios alumnos:

· “Pues escribir esto ya es una anécdota, nunca me habían pedido que escribiera una hoja de anécdotas...es interesante que el profesor trate como un igual al alumno, siempre está la típica vergüenza que te entra cuando tienes que preguntar de algo que no te enteras...me he sentido a gusto y con confianza para preguntar todo tipo de dudas.”

· “...su método de enseñanza, a mi personalmente me ha gustado y me ha llamado mucho la atención. Digo que me ha llamado la atención por el trato que nos tenía a los alumnos porque además de darse a respetar como profesor y mantener la relación profesor-alumno, tenía un acercamiento hacia nosotros que hacía que le perdiéramos el miedo a la práctica y sentirnos más seguros...”

Por último, en la plataforma de enseñanza virtual se ha introducido material multimedia de índole gráfico, acompañado de una descripción pormenorizada y de manera clara de las prácticas a seguir, tal y como se muestra en la figura 7.

Ello ha servido de apoyo al alumnado, sobre todo en cuanto al manejo del material y acercamiento al laboratorio, provocando un nexo entre lo que se está viendo y lo que se va a aplicar, como elementos positivos para el afianzamiento del aprendizaje. Además, al quedar expuesto en la plataforma, se favorecía la asincronía, ya que los alumnos podían trabajar desde sus casas, como indica el siguiente manifiesto extraído del anecdótico:

· “...si te atrasabas podías continuarlas en casa, debido a que los programas estaban en la plataforma y podías trabajar con ellos en casa. Esa ha sido una de las mejores ideas, porque nos atrasamos menos en hacer los ejercicios.”

## 6. Epílogo.

El título de esta experiencia trata la inserción

**Tema 1. Acercamiento al laboratorio**

Tabla de contenidos

**Probetas graduadas**

A. Introducción  
B. Medida de Volúmenes  
C. Matraces aforados  
D. Pipetas  
E. Buretas  
F. **Probetas graduadas**  
G. Medida de Masa

Las probetas se emplean para medir de forma aproximada volúmenes de líquidos. Es más, cuanto más ancho sea la probeta, mayor diámetro, tanto menor será su precisión. Por eso, sólo son útiles para medir algunas soluciones de reactivos auxiliares, cuyos volúmenes no se tienen en cuenta al calcular los resultados del análisis. La escala está dividida según el tamaño de la probeta y se lee de abajo a arriba. Para no cometer errores de lectura, las probetas se han de colocar vertical y el ojo a la altura del menisco. Para líquidos que mojan las paredes de vidrio, como el agua, la lectura se hace con la parte inferior del menisco, y para los que no mojan, por ejemplo mercurio, con la parte superior del menisco. Para vaciadas se inclinan ligeramente hasta que haya salido todo el líquido; después se mantienen en esta posición unos segundos y, finalmente, se deja caer la gota que siempre se quedará adherida al pico de la probeta.



Figura 7: Ejemplo de material multimedia de índole gráfico introducido en la plataforma virtual

e implementación de los ABP y TICs en los laboratorios de prácticas de la disciplina de Química Física. En él destaca la palabra implementación, algunos autores (Moesby, 2008) proponen un modelo de tres pasos para el proceso de implementación: a) adopción; b) implementación y c) institucionalización. La adopción está relacionada con la decisión de realizar un cambio, que en este caso ha sido aplicar ABP y TICs a los laboratorios de prácticas. La implementación comprende las actividades necesarias para introducir los cambios deseados, esto es, toda la metodología seguida al respecto del ABP (realización del problema-caso, presentaciones grupales en público...) y el empleo de la página Web y plataforma de enseñanza virtual como herramientas TICs. La institucionalización se produce, según estos autores, cuando el proceso de cambio se encuentra en una fase estable y duradera. Por consiguiente, al aplicar esta experiencia a dos asignaturas independientes, se demuestra que se puede seguir aplicando a otras asignaturas prácticas de manera positiva.

Por supuesto, no todo es favorable, ya que el profesor debe asumir que su carga de trabajo personal se verá aumentada, no sólo por la elaboración de los materiales en red, sino que el ABP exige disponer de los conocimientos más recientes, actualizando a los profesores, ya que los alumnos le exigirán una supervisión relevante y respuestas a sus preguntas sobre nuevas teorías (Enermark y Kjaersdam, 2008). Hay que tener presente en este punto, el cambio en la concepción educador-educando, ya que deben ser alumno y profesor, ambos, educadores y educandos, no sólo el alumno debe aprender a aprender (Rué, 2008), sino también el profesor, imprescindible para poder mejorar.

Por otro lado, el empleo de la página Web

docente y de la plataforma de enseñanza virtual sirve para que el alumno dinamice su aprendizaje. La batería de preguntas de los test de ideas previas les ha servido como preparatorios para el examen teórico y otras asignaturas paralelas, así como ayuda para abordar los problemas-caso.

Por tanto, la experiencia presentada puede servir como punto de encuentro para el empleo simultáneo del ABP y de las TICs en los laboratorios de otras asignaturas que impliquen al Departamento de Química Física, sirviendo como sólido cimiento para la preparación de buenos profesionales especializados en un futuro.

## 7. Referencias bibliográficas.

Añel, M.E. (2008). Formación on-line en la universidad. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 33; 155-163.

Bernabé, I. (2008). Recursos TICs en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES): Las WebQuests. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 35; 115-126.

Branda, L.A. (2008). El aprendizaje Basado en Problemas. El resplandor tan brillante de otros tiempos. *El aprendizaje Basado en Problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. Barcelona: Gedisa; 17-46.

Branda, L.A. (2009). El aprendizaje Basado en Problemas. De herejía artificial a respopularis *Educación Médica*, 12; 11-23.

Consejo de Investigación y Desarrollo Educativo (2008). El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica. *Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo*. (<http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-doc/>)

estrategias/ (09-04-08).

Enemark, S. & Kjaersdam, F. (2008). El ABP en la teoría y la práctica: la experiencia de Aalborg sobre la innovación del proyecto en la enseñanza universitaria. *El aprendizaje Basado en Problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. Barcelona: Gedisa; 66-92.

García, V.M. & Cabero, J. (2007). Uso del multimedia interactivo en el contexto universitario. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 30; 17-30.

Hmelo-Silver, C.E. & Barrows, H.S. (2006). Goals and Strategies of a Problem-based Learning Facilitator. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1; 21-39.

Leamson, R. (1999). *Thinking About Teaching and Learning: Developing Habits of Learning with First Year College and University Students*. USA: Stylus Publishing, LLC.

Llorente, M.C. (2008). Aspectos fundamentales de la formación del profesorado en TIC. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 31; 121-130.

López, J.I. (2007). El Currículo Global de la Ciudadanía en la Sociedad de la Información. *Educación y Cultura Democrática: el Proyecto Atlántida*. Madrid: Wolters Kluwer; 49-70.

Maris, S.; Martínez, M.T. & otros (2008). Nuevos espacios de interactividad para la práctica pedagógica universitaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 33; 165-172.

Moesby, E. (2008). Perspectiva general de la introducción e implementación de un nuevo modelo educativo basado en el aprendizaje orientado a proyectos y basado en problemas. *El aprendizaje Basado en Problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. Barcelona: Gedisa; 93-130.

Morales, P. & Landa, V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *Theoria*, 13; 145-157.

Moreno, R.; Martínez, R. & Martín, I. (2004). Visitas a las páginas de una Web docente universitaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 22; 83-88.

Morin, J. & Seurat, R. (1998). *Gestión de los recursos tecnológicos*. Madrid: Cotec.

Pérez, M. (2008). Asignaturas virtuales en universidades presenciales: perspectivas y problemas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 31; 187-198.

Recio, M.A. & Cabero, J. (2005). Enfoques de aprendizaje, rendimiento académico y satisfacción de los alumnos en formación en entornos virtuales. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 25; 93-115.

Rué, J. (2008). Aprender en autonomía en la Educación Superior. *El aprendizaje Basado en Problemas. Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. Barcelona: Gedisa; 47-66.

Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1; 1-16.

Tejada, J.; Navío, A. & Ruíz, C. (2007). La didáctica en un entorno virtual interuniversitario: experimentación de ECTS apoyados en TIC. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 30; 95-118.

Fecha de recepción: 28-10-09

Fecha de revisión: 10-03-09

Fecha de aceptación: 05-04-10

Fecha de publicación: 01-07-10