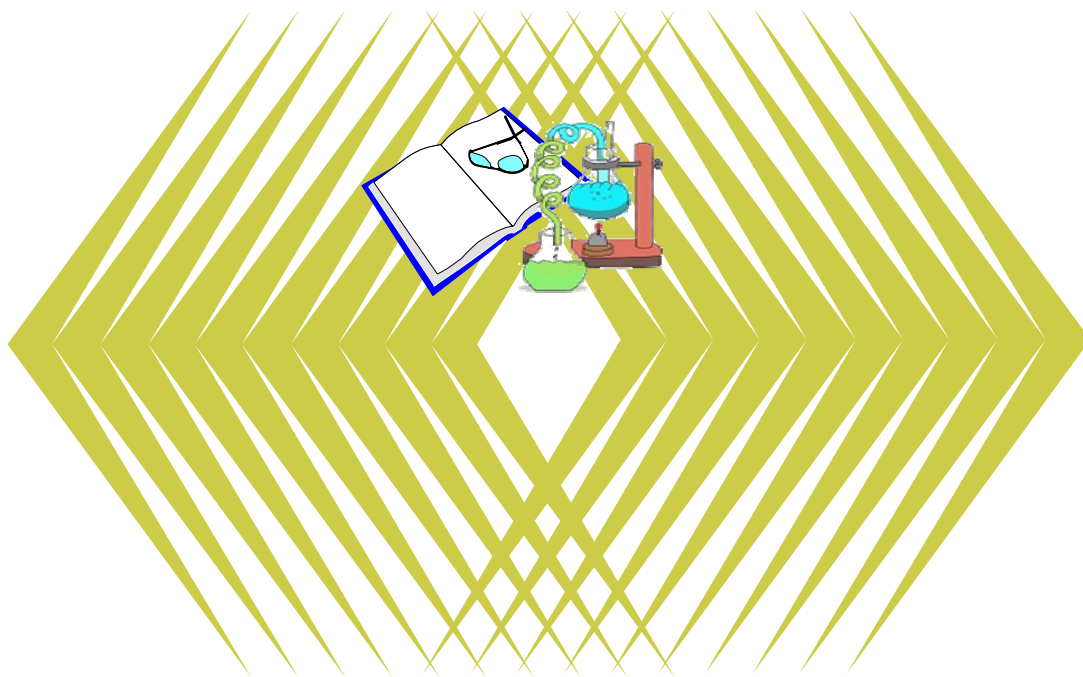


# EVALUACIÓN CONTINUA.

Guía de actividades de  
utilidad en la docencia de la  
Química.



J. Barbosa  
G. Fonrodona  
J. Guiteras

## EL PROYECTO

En el momento actual en que el plan formativo de la titulación de grado en Química empieza a tomar forma en las diferentes facultades en que se impartirá, hemos decidido embarcarnos en un proyecto que creemos puede tener interés para proporcionar algunas ideas a los profesores que todavía no han iniciado la estimulante tarea introducir un cambio en su manera de enseñar para que sus estudiantes tengan mejor rendimiento i aprovechen mejor lo que se les enseña.

El proyecto pretende elaborar una especie de guía de posibles actividades dirigidas que puedan formar parte de la evaluación continuada, ya sea en el ámbito de la titulación de Química o en asignaturas de Química de otras titulaciones; evidentemente no se trata de guía exhaustiva, pero puede ser útil como orientación.

Las experiencias que se recogen proceden de profesores que desarrollan su labor en diversas disciplinas de la licenciatura de Química, o en asignaturas de Química impartidas en otras titulaciones, que ya hace tiempo se decidieron a realizar experiencias sobre actividades dirigidas y evaluación continua, así como a ensayar metodologías docentes que en ese momento eran de muy escasa aplicación en el ámbito de las ciencias experimentales (por no decir que prácticamente desconocidas) y que han tenido la amabilidad de ofrecernos su colaboración i de facilitarnos información relativa a su experiencia, sus resultados y su valoración. Nuestro más sincero agradecimiento para todos ellos.

## La Guía

La idea inicial era la de estructurar la Guía en dos grandes bloques:

- I. Actividades dirigidas i su utilización en el proceso de evaluación.
- II. Aplicación de metodologías docentes.

Se entiende como actividad dirigida aquella en que la intervención del profesor es fundamentalmente el diseño y la evaluación y donde el protagonismo corresponde al estudiante y al trabajo que ha de realizar. La aplicación de metodologías docentes exige una participación continua del profesor i su función es imprescindible, aunque el objetivo básico sea que el protagonismo y la relevancia los adquiera el estudiante. Es necesario mencionar que, en general, las metodologías recogidas en esta guía no son nuevas en un sentido estricto, ya que en muchos casos son conocidas, incluso de uso frecuente, en otros ámbitos, pero pueden ser consideradas nuevas por el hecho de que su utilización en el campo de la docencia de Química es mínima.

A pesar del propósito inicial, no ha sido posible mantener una estructuración rígida, ya que, en la práctica, la mayoría de experiencias descritas contienen elementos de ambos bloques y, por esta razón, en la versión final se hace una descripción global de cada una de las propuestas y se tratan las actividades y las metodologías de forma conjunta.

## ÍNDICE

La clase expositiva y la evaluación global.

La carpeta de aprendizaje

Los mapas conceptuales

La clase de problemas

- 1.- Diseño o mapa de resolución de un problema.
- 2.- Laboratorio de problemas
- 3.- CORRECCIÓN DE PROBLEMAS
  - a) corrección de un problema propio
  - b) corrección del problema de un compañero
  - c) corrección de un problema preparado por el profesor y que contenga errores.
- 4.- Uso de una hoja de cálculo para la resolución de problemas
- 5.- Guía interactiva para la resolución de problemas tipo.
- 6.- Espacios de discusión reales o virtuales para la resolución de problemas de clase, dudas y sesiones de trabajo en equipo.

Trabajo en equipo

Expresión oral:

- 1.- Presentación en clase
- 2.- Minisimposium, workshops, etc

Aprendizaje basado en problemas

Aprendizaje en colaboración: Técnica del "puzzle"

Elaboración de materiales interactivos

## LA CLASE EXPOSITIVA Y LA EVALUACIÓN GLOBAL

En este ámbito, al igual que ocurre en otros muchos, la metodología docente más utilizada es la clase expositiva, aunque no siempre magistral. El tipo de materia impartida exige que el estudiante adquiriera una elevada cantidad de contenidos conceptuales y metodológicos.

Es imposible negar la importancia de la clase expositiva, ya que el objetivo último de las explicaciones del profesor consiste en facilitar al estudiante tanto la comprensión como la estructuración de los conceptos con el fin de conseguir un conocimiento sintético de estos. Sin embargo, aunque una buena clase de este tipo puede ser útil, la experiencia demuestra que, a menos que exista implicación por parte del estudiante, el resultado final no es satisfactorio; un proceso de enseñanza – aprendizaje es cosa de dos i, obviamente, si falla una de las partes el resultado que se obtiene no es el deseado.

Además, existe una percepción no totalmente correcta acerca de lo que se consigue con las mal llamadas clases magistrales. No es infrecuente el caso de profesores que, aparentemente, creen que lo que han explicado en clase ha sido asimilado por los estudiantes (o, cuando menos, por los estudiantes inteligentes) simplemente por el hecho de haber asistido. Sin embargo, para adquirir conocimientos no basta con escuchar. Como decía Confucio *“Lo oí y lo olvidé, lo vi y lo entendí, lo hice y lo aprendí”*. Esta frase llena de sabiduría refleja el gran papel que el profesor i el estudiante desempeñan en el proceso.

Otro problema es que la situación ha cambiado, considerablemente en comparación con la de hace veinte o treinta años pero radicalmente en comparación con la de hace un siglo. Durante muchos años, con libros caros y, con frecuencia, difíciles de encontrar y con publicaciones de otro tipo, escasas y difícilmente accesibles, el profesor era la principal fuente de conocimiento. En cambio, en la actualidad, la existencia de bibliotecas razonablemente bien dotadas y el acceso a innumerables publicaciones a través de internet ha diversificado las posibilidades de acceso al conocimiento y ha convertido las clases magistrales en una más de las distintas herramientas disponibles, que los estudiantes sólo utilizarán si creen que les resulta útil.

No es, por lo tanto, sorprendente que en muchos casos aumente el absentismo en las aulas, hasta el punto que se haya llegado a plantear la posibilidad de exigir (y controlar) la asistencia a clase. La solución, sin embargo, no es esta. ¿Qué sentido tiene ir a escuchar cómo un profesor recita, de manera más o menos literal, un libro que se puede consultar en la biblioteca? La solución consiste en conseguir que las clases resulten tan útiles que la asistencia a ellas sea considerada una necesidad, lo que

significa que deberían proporcionar una formación difícil de obtener por otros medios.

Hay que mencionar que, en general, los estudiantes perciben como una mejora el hecho de que su implicación aumente, que se les haga corresponsables de su proceso de aprendizaje i de les decisiones tomadas, así como de sus consecuencias. Por lo tanto, el profesorado debería proponer actividades que incentiven o, requieran la participación del alumnado.

El denominado *contrato docente* puede ser una buena herramienta para esta finalidad (aunque no la única), ya que establece un marco de actuación, un nivel de compromiso y unos límites de trabajo. El contrato docente es un compromiso por escrito entre el profesor de la asignatura y el alumno, donde ambas partes especifican las condiciones en que se desarrollará tanto el trabajo como la evaluación correspondiente.

Por ejemplo, un contrato docente puede tener una estructura similar a ala que se muestra a continuación:

*En la ciudad de Barcelona a --,--, ----*

*REUNIDOS*

*Por una parte, el alumno/a Sr/a*

\_\_\_\_\_

*y por otra, el Profesor \_\_\_\_\_*

*MANIFIESTAN*

- *Que es de interés común para ambas partes la implementación de un nuevo sistema de docencia con la finalidad de mejorar el rendimiento, el aprendizaje y la evaluación de los conocimientos y también para la renovación de los contenidos y de la metodología.*
- *Que el éxito de este sistema depende del compromiso individual voluntariamente asumido de cada una de las partes.*
- *Que, con esta finalidad, ambas partes deciden suscribir este contrato de acuerdo con los*

*PACTOS*

*TÍTULO I*

*Estructura del curso*

*TÍTULO II*

*Obligaciones del profesor*

*TÍTULO III*

*Obligaciones del alumno*

Aunque tenga un carácter mucho más general, también se puede considerar que el hecho que el estudiante deba decidir cómo desea ser evaluado contribuye a hacerle corresponsable de su aprendizaje. La normativa de evaluación de las enseñanzas de la Universitat de Barcelona, aprobada en Consell de Govern el 6 de julio de 2006, establece que, en general, se aplicará un sistema de evaluación continua, pero que los alumnos tienen derecho a la evaluación única si así lo desean. Tomar esta decisión, a veces con una información incompleta, obliga a valorar las ventajas e inconvenientes de cada opción, así como a tomar en consideración la compatibilidad con otras actividades, ya sean laborales o lúdicas, que el estudiante tenga previstas e, indudablemente, favorece el desarrollo del sentido de la responsabilidad.

Antes de finalizar este apartado, conviene tener en consideración algunos aspectos de interés.

Uno de los inconvenientes con que se encuentra cualquier propuesta de innovación radica en la gran importancia que el profesorado en general y el de Química y otras ciencias experimentales en particular atribuye al examen escrito. Hay varias razones que explican este hecho, pero basta con mencionar dos de ellas. En primer lugar, durante muchos años ha sido el sistema más utilizado, cuando no el único. En segundo lugar, es indudable que un examen permite evaluar y acreditar el nivel de conocimientos de los alumnos y eso encaja perfectamente con la idea de que el alumno, para aprobar una asignatura, "ha de saber". Sin embargo, el problema es que, a partir de la implantación de los nuevos planes de estudios, lo que se debería acreditar no son los conocimientos, lo que el alumno "sabe", sino las competencias, lo que "sabe hacer" y, en general, los pedagogos están de acuerdo en que un examen escrito es escasamente útil para esta función. En cualquier caso, parece difícil que el profesorado sustituya esta herramienta con otras pruebas o actividades, al menos a corto plazo; lo más probable es que el examen escrito, o prueba final escrita, comparta el protagonismo con otras actividades.

No obstante, un examen final, en sí mismo, no es ni bueno ni malo: sirve para evaluar algunos aspectos de la formación de los alumnos y, utilizado en combinación con otras herramientas, puede ser extremadamente útil. El problema radica en que frecuentemente es el único sistema de evaluación y este hecho, que en la actualidad todavía es aceptable, resultará difícilmente justificable cuando se implanten los nuevos planes de estudios.

Además de las limitaciones de un examen para evaluar las competencias adquiridas por los estudiantes, hay otra cuestión que vale la pena

mencionar: los estudiantes trabajan las asignaturas en función del sistema de evaluación; quizá no sea positivo, pero es así. Por más que se advierta de la necesidad de trabajar regularmente durante todo el curso, si la evaluación consiste en un examen final donde únicamente se piden conocimientos teóricos se puede asegurar que un elevado porcentaje de los alumnos se limitará a recoger la información necesaria y a estudiarla unos días antes de la prueba; en cambio, si la evaluación consiste en una serie de actividades adecuadamente distribuidas se incentiva que los alumnos trabajen la asignatura con regularidad.

La conclusión, por lo tanto, parece clara: cambiar la manera de trabajar de los alumnos y formarlos en competencias a las que hasta ahora no se prestaba atención será más fácil si se introducen modificaciones en el sistema de evaluación.

Muchos de los profesores que hacen evaluación continua mantienen un examen final como una de las actividades, con una influencia más o menos importante en la calificación. Como ya se ha comentado, no hay nada que objetar, siempre que la influencia no sea muy grande; el problema estriba en que frecuentemente sí que lo es. Probablemente hay dos razones básicas para ello: la tranquilidad que proporciona el constatar que el alumno ha adquirido una serie de conocimientos y la posibilidad de detectar fraudes cometidos en la realización de las actividades que se pueden hacer en casa.

El primer punto es muy discutible. ¿Qué es lo que garantiza una puntuación de 5 sobre 10 en un examen escrito? ¿Que el alumno sabe la mitad de los temas preguntados y que no tiene ni idea de la otra mitad? ¿Que conoce parcialmente todos los temas preguntados, pero ninguno correctamente?

El segundo punto es más válido, ya que ciertamente no se puede descartar la posibilidad de fraude en la realización de las actividades, aunque tampoco se puede descartar que se produzca en el caso de un examen, por mucho que se vigile. Sin embargo, hay sistemas que permiten detectarlo con cierta facilidad y uno de los más efectivos consiste en una entrevista personal con los alumnos en la que se planteen preguntas relacionadas con los temas que hayan trabajado por su cuenta y que, previsiblemente, deberían dominar si la calificación obtenida con las evidencias presentadas ha sido alta; es cierto que este sistema resulta inviable si el número de estudiantes es muy elevado y que una prueba escrita realizada por todos ellos puede facilitar la detección de casos sospechosos y reducir considerablemente la cifra de entrevistas necesarias, pero para desempeñar esta función no es imprescindible que el examen tenga una gran influencia en la calificación final, basta con que su realización sea obligatoria. Evidentemente, en casos potencialmente conflictivos, en los que el resultado de la entrevista puede ser decisivo para superar la



asignatura, es aconsejable la presencia de otro profesor, preferiblemente perteneciente al mismo equipo docente.

Con un sistema de evaluación continua bien diseñado, un examen final puede ser innecesario o, en el mejor de los casos, secundario. Si, por las razones mencionadas anteriormente, se opta por mantener un examen con una influencia significativa, hay que asegurarse de que las preguntas planteadas sean coherentes con las actividades realizadas anteriormente: no sería lógico que durante el curso se trabajaran y evaluaran unos determinados conocimientos y competencias y que en la evaluación final se exigieran otros completamente diferentes.

Como última consideración, hay que mencionar que uno de los aspectos positivos de la evaluación continua (y, ciertamente, no el menos importante) es que permite que el estudiante verifique su proceso de aprendizaje y que, en función de los resultados obtenidos, pueda tomar las medidas necesarias para mejorar su rendimiento y corregir sus errores y carencias, de manera que acabe por superar la asignatura sin dificultades. Esto únicamente es posible si existe un auténtico retorno, es decir, si después de la entrega de cada una de las evidencias el alumno recibe no sólo una calificación numérica sino información relativa a qué errores ha cometido y, si es necesario, incluso cuál es el resultado correcto; por lo tanto, únicamente se pueden considerar plenamente adecuadas las actividades en las que existe este retorno.

## LA CARPETA DE APRENDIZAJE

La carpeta de aprendizaje es un instrumento didáctico donde el estudiante incorpora evidencias y que, al mismo tiempo, le permite reflexionar sobre su proceso de aprendizaje y hacerse responsable de él. Un factor esencial es la necesidad de retroacción, es decir, de corrección y mejora.

Se considera evidencia el resultado de cualquier actividad que el estudiante lleva a cabo para alcanzar primero un conocimiento y posteriormente una competencia en una determinada disciplina o materia.

Un buen ejemplo para entender la idea básica de la carpeta de aprendizaje sería el book de un arquitecto, donde este profesional incluye toda la documentación y todos los proyectos que demuestran lo que es capaz de hacer; no basta con decir que se tiene la capacidad de hacer un hospital, hay que incorporar el proyecto de uno. En este sentido, la carpeta de aprendizaje ha de mostrar lo mismo respecto al estudiante. Hasta cierto punto, otro ejemplo de carpeta de aprendizaje podría ser el currículum que un profesor presenta para unas oposiciones, habilitaciones, solicitud de quinquenios o sexenios, etc., donde se recoge todo lo que ha hecho y que, por lo tanto, indica su nivel de competencia en su campo de trabajo: dar clase de diferentes niveles, dar conferencias, escribir libros, hacer investigación, publicar artículos específicos sobre el tema de trabajo en revistas de buen índice de impacto, valoraciones de otros autores por encargo de los editores de una revista, presentaciones de comunicaciones en congresos, autoinforme docente, etc.

Aunque este recurso se utiliza bastante en muchos ámbitos académicos, está poco difundida en el área de ciencias en general y de química en particular. Sin embargo, en muchas disciplinas científicas el estudiante debe resolver problemas numéricos como complemento del estudio teórico y es precisamente aquí donde puede demostrar su conocimiento y comprensión de dichos aspectos teóricos; también es habitual contestar a cuestionarios o, incluso, la elaboración de trabajos monográficos sobre una parte de los contenidos, o sobre aspectos relacionados con ellos y son precisamente actividades de este tipo las que, entre otras, pueden ser consideradas como evidencias de su proceso de aprendizaje. Basta con recoger estas evidencias y añadir una reflexión personal y una retroacción para la mejora para disponer de una carpeta de aprendizaje.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrollan tanto la función de enseñar, por parte del docente, como la de aprender por parte del estudiante y la de evaluar, por parte de ambos.

Como ya se ha comentado anteriormente, en el momento actual cambian los papeles del estudiante y del profesor y uno cede protagonismo al otro:

el estudiante construye su conocimiento de manera más autónoma, mientras que el profesor se convierte en el orientador del proceso. De facto, ambos papeles salen fortalecidos.

La carpeta de aprendizaje tiene, además, un aspecto integrador de los conocimientos y es por esta razón que, en función de cuál sea su objetivo, se puede plantear únicamente para una asignatura, para una materia o, incluso, para todas las asignaturas de un semestre. Sería muy interesante que el alumno elaborara una carpeta docente de contenido amplio, ya sea de materia (es decir, de varias asignaturas impartidas en distintos semestres) o de semestre (es decir, una única carpeta para todas las asignaturas de un mismo semestre); en este último caso sería necesario tener en cuenta cuáles son las competencias finales que se pretende desarrollar en las diferentes asignaturas.

La carpeta de aprendizaje es, por lo tanto, un conjunto estructurado de documentos (anotaciones, análisis, reflexiones, gráficas, problemas, respuestas a cuestionarios, escritos, mapas conceptuales, resúmenes, trabajos de síntesis, reflexiones, imágenes, artículos, etc.), elaborado por el estudiante con el apoyo orientador del profesor, que puede ordenarse de manera cronológica o temática y que pone de manifiesto la evolución, el progreso y hasta qué punto se han alcanzado los objetivos planteados. Su finalidad es formativa y evaluadora. Para la elaboración física de la carpeta y recoger las evidencias se puede utilizar cualquier tipo de soporte (papel, electrónico).

#### EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA CARPETA DE APRENDIZAJE

En el curso 2004-05 se introdujo el uso de la carpeta de aprendizaje en la asignatura Química Analítica + Complementos de la titulación de Ingeniería Química de la Facultad de Química de la Universidad de Barcelona, con el objetivo de que el estudiante recoja evidencias de su aprendizaje y, además, lo haga más reflexivo; esta herramienta se ha utilizado con éxito hasta la actualidad. La asignatura tiene unos contenidos muy similares a los de la de la licenciatura de Química del plan 2000 y se parece a asignaturas equivalentes impartidas en titulaciones como la de Farmacia, aunque en este caso algunos contenidos no reciben un tratamiento tan profundo.

La carpeta de aprendizaje se subdivide en bloques temáticos i para cada uno de ellos incluye un apartado denominado *Objetivos iniciales*, donde el estudiante debe describir, brevemente i en forma de listado, los objetivos a alcanzar con ese bloque; es necesario que identifique lo que debería aprender, a fin de enfocar su esfuerzo en la dirección adecuada. Incluye también un apartado de *Objetivos conseguidos* donde, tras valorar las actuaciones de clase y las evidencias de aprendizaje, el estudiante tiene la oportunidad de confirmar o modificar los objetivos iniciales y de indicar y,

muy especialmente, reflexiones sobre los que realmente cree haber alcanzado.

Las evidencias aportadas pueden ser muy variadas, pero la carpeta debe contener un índice donde se especifique claramente cuántas hay y de qué tipo son. En esta asignatura la carpeta forma parte de la evaluación del estudiante, por lo que es necesario aportar evidencias relacionadas con una serie de actividades seleccionadas por el profesor y que se describen a continuación, aunque los alumnos pueden añadir todo lo que crean conveniente.

The image shows three pages of a student portfolio. The first page is the cover, titled 'Quadern d'aprenentatge' for 'Química Analítica + Complementos' in the 'Curs 200...- 200...'. It includes a space for the student's name and cognome and a small logo at the bottom. The second page is an index with fields for 'Bloc', 'Evidències' (Esquema-mapa conceptual, Setmana, Problemes, Problemes full de càlcul, Qüestions), and 'Les qüestions fetes'. The third page lists 'Objectius assolits' with two main points: '1. Creus que els objectius són diferents' and '2. Quins dels objectius creus que has assumit', followed by a numbered list (1-5) and a 'Data d'entrega' field.

Esta asignatura se puede dividir en cinco bloques temáticos. El primero consiste en una introducción, donde se describen los contenidos y objetivos generales, así como la sistemática adecuada para la realización de un análisis químico y prácticamente no contiene problemas numéricos. Los cuatro bloques restantes sirven para proporcionar los contenidos teóricos necesarios para entender y aplicar correctamente los métodos clásicos de análisis e, incluso, para desarrollar otros nuevos; estos bloques se inician con un estudio de uno de los cuatro tipos fundamentales de equilibrio iónico (ácido-base, complejación, oxidación-reducción y precipitación), a continuación se trata el cálculo de curvas teóricas de valoración y finalmente se aprende a decidir si un procedimiento es aplicable, a evaluar el error mínimo posible y a seleccionar el sistema indicador más adecuado. En estos bloques hay tres tipos distintos de problemas numéricos: equilibrio, cálculo de curvas de valoración y aplicaciones.

## EVIDENCIAS

### COLECCIÓN DE PROBLEMAS

La colección ha sido elaborada por profesores del departamento y actualmente contiene más de 100 problemas, ya que cada año se añaden nuevos ejercicios, entre ellos los correspondientes a los exámenes. La

mayoría tiene también el resultado, para que los estudiantes puedan comprobar si su solución es correcta. En esta actividad, el profesor selecciona un total de 20 ejercicios (5 de cada uno de los bloques temáticos de ácido-base, complejación, oxidación-reducción y precipitación) para que, una vez resueltos y corregidos, el estudiante los incorpore a su carpeta de aprendizaje.

#### *COLECCIÓN DE CUESTIONES*

Se ha elaborado una colección de 50 cuestiones, 10 para cada uno de los cinco bloques temáticos, con el objetivo de reforzar y aclarar los aspectos más significativos. El estudiante debe incorporar sus respuestas a la carpeta de aprendizaje.

#### *COLECCIÓN DE PROBLEMAS PARA RESOLVER CON HOJA DE CÁLCULO*

También se ha elaborado una colección de problemas pensados específicamente para ser resueltos mediante una hoja de cálculo, un procedimiento que minimiza el tiempo de realización de los cálculos repetitivos necesarios para obtener una curva de valoración teórica y que, además, presenta dos ventajas importantes. En primer lugar, permite una visualización rápida del efecto que la modificación de algún parámetro ejerce sobre la curva; en segundo lugar, facilita una estimación del intervalo de condiciones de trabajo donde son válidas las simplificaciones que frecuentemente se realizan a fin de poder usar ecuaciones sencillas.

#### *FORUM*

El forum de la asignatura es un vehículo de comunicación que permite plantear temas de debate y también pulsar la opinión de los estudiantes sobre cuestiones de interés que pueden ayudar a la reflexión en aspectos relacionados con los objetivos de la asignatura. Normalmente es el profesor quien plantea un tema que posteriormente deberá ser debatido por los estudiantes. Las aportaciones personales al forum pueden también formar parte de la carpeta de aprendizaje.

En lo referente a la recogida de las aportaciones, se ha sido flexible: aunque existen unos plazos de entrega, se ha permitido que los estudiantes trabajen a su ritmo, en función de sus intereses y disponibilidad.

El material debe ser entregado en formato papel, manuscrito y con letra legible. Tras ser corregidas y evaluadas, las aportaciones se devuelven al estudiante.

## MAPAS CONCEPTUALES

Los mapas conceptuales son una técnica de representación gráfica del conocimiento en forma de red de conceptos enlazados mediante flechas etiquetadas.

Su utilización constituye una herramienta de aprendizaje que permite al estudiantes seleccionar, organizar, interrelacionar y fijar los contenidos estudiados e, incluso, construir nuevo conocimiento a partir de conocimientos previos.

La elaboración de mapas conceptuales promueve la reflexión, el análisis y la creatividad. Para hacerlos correctamente es necesario identificar los conceptos principales y relacionarlos correctamente, lo que facilita la asimilación de los contenidos más relevantes. Es, en suma, un proceso de ejecución activo.

La elaboración de un mapa conceptual exige la siguiente secuencia de etapas:

1. **Seleccionar** los conceptos fundamentales
2. **Agrupar** los conceptos cercanos
3. **Ordenar** des de los aspectos más generales a los más concretos
4. **Representar** los conceptos
5. **Conectar**. Esta es la etapa más importante
6. **Comprobar** que las relaciones establecidas son correctas
7. **Reflexionar**. Permite descubrir nuevas relaciones

### **Etapas 1: Seleccionar**

Una vez elegido un tema concreto, se seleccionan los conceptos importantes i se hace una lista con ellos; también puede ser útil escribir cada uno de los conceptos en un pedazo de papel, para poder combinarlos de varias maneras.

### **Etapas 2: Agrupar**

Se agrupan los conceptos que tengan relación entre sí. De hecho, el paso 3, ordenar, puede hacerse antes o después de agrupar; algunos autores recomiendan ordenar antes de agrupar, ya que así pueden aparecer conceptos más genéricos.

### **Etapa 3: Ordenar**

Los conceptos se ordenan desde los de tipo más general a los más concretos.

### **Etapa 4: Representar**

Se colocan los conceptos de manera que se visualice su nivel jerárquico (general o específico).

### **Etapa 5: Conectar**

Tras seleccionar los conceptos más importantes y ordenarlos desde los más generales a los más concretos, se procede a conectarlos y relacionarlos mediante flechas y una frase.

Esta es la etapa más importante, ya que el enlace define la relación existente entre los conceptos.

### **Etapa 6: Comprobar**

Es imprescindible comprobar si el mapa es correcto y, en el caso de que no lo sea, se añade o elimina lo que sea necesario o modifica la posición de los conceptos.

### **Etapa 7: Reflexionar**

Finalizado el mapa, es aconsejable repasarlo para comprobar si existen otras posibilidades que puedan aportar más información o mejorarlo.

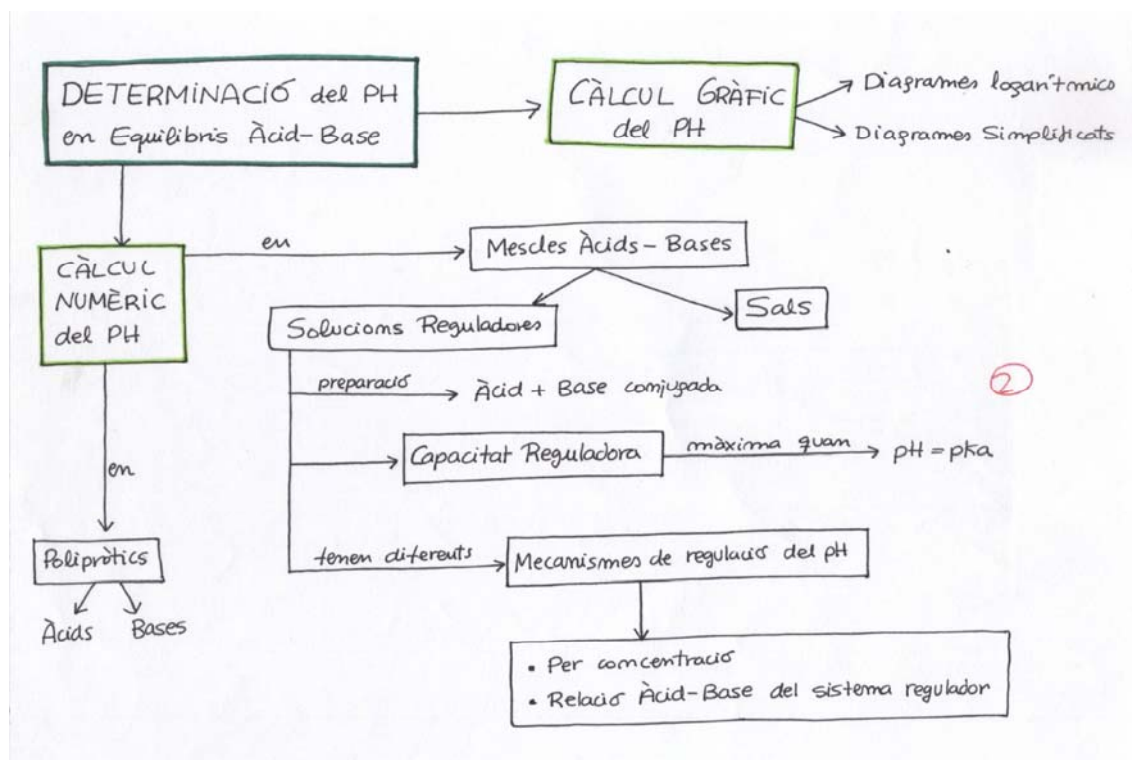
Entre otras utilidades, los mapas conceptuales sirven para generar ideas, contribuir al aprendizaje, evaluar el nivel de comprensión o diagnosticar la incompreensión y explorar los conocimientos previos y los errores de concepto. Además, su correcta realización requiere que el alumno sea capaz de distinguir entre lo que es importante y lo que es secundario, de determinar jerarquías y de establecer relaciones entre los diversos conceptos. En cambio, la realización práctica es breve, ya que con las ideas claras se puede dibujar un mapa conceptual en pocos minutos. La revisión también es fácil y en poco tiempo se puede determinar si un mapa es correcto y, en consecuencia, si un alumno ha entendido las ideas importantes. Se trata, pues, de una herramienta muy útil para la evaluación continua y resulta especialmente adecuada en el caso de grupos numerosos.

### EJEMPLO DE APLICACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES

Los mapas conceptuales han sido aplicados con éxito por profesores a distintas universidades a diferentes asignaturas de la titulación de Química tanto en una estructura presencial como en una no presencial.

La elaboración de un mapa conceptual exige del estudiante un proceso de reflexión, de recapitulación y de síntesis, pero relativamente poco esfuerzo para plasmar el resultado. Un mapa conceptual no ha de ser extenso, ya que como máximo debería ocupar una página DIN A4 por una cara. Otras ventajas radican en que son fáciles de revisar, por lo que es posible devolverlos a su autor tras un período relativamente breve, sin que ello requiera un gran esfuerzo por parte del profesor y que, por tratarse de un proceso puramente personal, es sencillo detectar si son originales, lo que permite incorporarlos a un proceso de evaluación continua.

La participación de los estudiantes en esta actividad ha sido prácticamente total y con un nivel de satisfacción muy elevado. Probablemente las dificultades que han encontrado para la elaboración de cada mapa conceptual han contribuido al proceso de reflexión i construcción del conocimiento de la materia en estudio. La actividad puede formar parte del proceso de evaluación de los estudiantes.





### 3. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La resolución de problemas es una de las actividades más frecuentes en el ámbito científico. El profesorado acostumbra a explicar la resolución de problemas tipo de la asignatura y posteriormente los estudiantes han de hacer algunos ejercicios adicionales, ya sean pertenecientes a una colección preparada por el profesorado o procedentes de libros o de exámenes anteriores. La resolución de una buena colección de problemas, seleccionados de manera que tengan una relación directa con los conceptos más importantes de la asignatura, facilita extraordinariamente la comprensión de estos.

#### POSIBLES MEJORAS

Una de las dificultades que con mayor frecuencia encuentra el estudiante en el momento de resolver problemas es que, pese a haber asistido a clases donde el profesor ha explicado problemas tipo, cuando debe resolverlos sin ayuda es incapaz de conseguirlo; es más, en ocasiones ni siquiera sabe cómo empezar a plantearlos. Por desgracia, no es raro que la metodología utilizada en clase focalice la atención del estudiante hacia los aspectos puramente matemáticos de la resolución y le impida obtener la formación derivada de los razonamientos necesarios para plantearlo correctamente. Por esta razón se han propuesto dos vías paralelas para mejorar el proceso de comprensión de los estudiantes.

#### 1.- Diseño o mapa de resolución de un problema.

Con este procedimiento se pretende que el estudiante aprenda a identificar el problema que se plantea, a evaluar los datos y a establecer el proceso a seguir hasta la obtención del resultado. El mapa de resolución es un diagrama de flujo donde se detallan los objetivos y se elabora una estrategia de resolución (no debería ser extenso, una hoja por una cara como máximo). Evidentemente el proceso no acaba aquí, ya para verificar la validez del esquema es necesario resolver el problema i comprobar que el resultado es correcto.

##### 1. OBJETIVOS

##### 2. RESOLUCIÓN

- Datos necesarios para la resolución
- Informaciones teóricas previas
- Esquema del procedimiento de resolución

##### 3. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 2.- Laboratorio de problemas

Con frecuencia las clases de problemas no son sino una clase magistral, que únicamente se diferencian de las de teoría en el hecho de que se resuelven ejercicios en vez de desarrollar conceptos teóricos; el hecho de que, como se comentará más adelante, en algunos caso puedan hacerlas los propios

alumnos no modifica mucho esta percepción, aunque pueda tener algunas ventajas. Con el laboratorio de problemas se pretende modificar esta dinámica, a fin de conseguir que los estudiantes tengan una participación más activa y, muy especialmente, que se enfrenten a la resolución de problemas tipo. Para realizar esta actividad, los alumnos se agrupan aleatoriamente en equipos de 3 o 4 miembros, sin más criterio que el del lugar en que están sentados al empezar la clase.

Sería deseable la utilización de un aula con mesas móviles o sillas de brazo que pudieran agruparse de manera que facilitaran tanto la interacción entre los miembros de un grupo como el contacto con el profesor, pero si eso no es posible puede emplearse un aula convencional; la única condición es que los equipos se coloquen cerca de los pasillos, siempre que el espacio disponible lo permita.

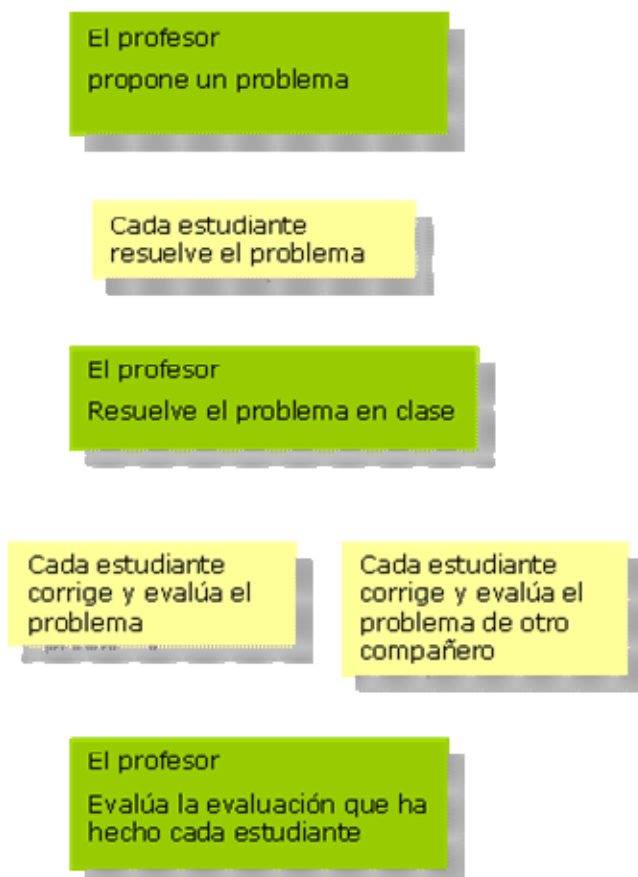
Para iniciar la actividad, el profesor proyecta una transparencia con el enunciado del problema a resolver i seguidamente lo lee en voz alta y plantea preguntas destinadas facilitar o, cuando menos, a orientar la resolución, aunque sin pretender una respuesta inmediata. A continuación repite la primera pregunta, pero en este caso ya dirigida directamente a unos de los grupos, preferiblemente a alguno que haya dado muestras de conocer la respuesta, aunque puede ser a uno elegido al azar; si no se obtiene un resultado satisfactorio, los grupos disponen de algunos minutos para discutir el tema, mientras el profesor intenta dinamizar y orientar el debate de cada uno de los grupos. Cuando aparentemente, la mayoría ha conseguido una respuesta, se presentan y, si es necesario, discuten las distintas soluciones. Este proceso se repite hasta que, con la orientación y ayuda del profesor, los diferentes grupos consiguen resolver el problema.

A fin de aligerar el proceso, se intenta que los estudiantes se concentren en el razonamiento y obvien las partes puramente mecánicas y rutinarias; en cualquier caso, se garantiza que. Al final, todos dispondrán del problema completamente resuelto, bien porque este objetivo se consiga en la clase o porque se les proporcione esta información posteriormente.

En estas condiciones, el tiempo dedicado a la resolución de un ejercicio es ligeramente superior al que sería necesario en una clase convencional, pero la diferencia no es muy significativa y la posible reducción en la cantidad de ejercicios resueltos queda sobradamente compensada si se logra el objetivo fundamental de conseguir que el estudiante se enfrente a la resolución de un problema o una cuestión nuevos que para él son completamente nuevos y se dé cuenta de que, con la información necesaria, es capaz de resolverlos satisfactoriamente.

### 3.- CORRECCIÓN DE PROBLEMAS

Una herramienta que puede ser útil es que los estudiantes corrijan un problema ya resuelto. Esta actividad permite trabajar algunas competencias importantes, además de la específica de resolver el problema de manera conceptual. Para realizarla correctamente, el alumno no sólo ha de demostrar conocimiento de la materia, sino también comprensión lectora, capacidad crítica y sentido de la responsabilidad. Existen diversas opciones:



a) corrección de un problema propio

b) corrección del problema de un compañero

c) corrección de un problema preparado por el profesor y que contenga errores.

Para corregir un problema, el estudiante ha de ser capaz de hacerlo correctamente y de detectar los errores. Cualquiera de las modalidades mencionadas anteriormente se puede realizar de diversas maneras y presenta las ventajas e inconvenientes que se indican a continuación.

El primer caso (caso a), la corrección de un problema propio, es probablemente el menos interesante desde el

punto de vista metodológico, ya que es difícil corregirse a uno mismo cuando se está realmente convencido de que el ejercicio está bien hecho. En consecuencia, sería necesario que alguien (en principio el profesor) proporcione al alumno una copia del problema bien hecho para que pueda detectar i valorar sus errores. Esta parte es quizá la más interesante, ya que el estudiante debería ser claramente objetivo en esta valoración. Para el profesor, además del trabajo de hacer el problema, implica corregir los ejercicios de los estudiantes y comparar las puntuaciones resultantes con las que ellos mismos se otorgan. Se trata, de hecho, de una evaluación normal a la que se añade un componente de responsabilidad.

En el segundo caso (caso b), los problemas realizados por unos estudiantes se reparten a otros compañeros, en principio de manera aleatoria, para que los corrijan y evalúen. El profesor recoge posteriormente estos ejercicios y comprueba que tanto las correcciones como las evaluaciones realizadas por los alumnos sean correctas.

Una variante puede ser que el profesor escoja un problema, los estudiantes lo resuelvan en casa, y unos días después se los intercambien en clase de forma aleatoria, el profesor lo resuelva en la pizarra y los estudiantes evalúen el problema que les ha llegado. Cuando los alumnos tengan que corregir el trabajo de un compañero, es mejor que éste sea anónimo (el estudiante se identifica mediante un código que sólo conoce al profesor).

Tanto el caso a como el b sus posibles variaciones implican un gran esfuerzo para el profesor, ya que primero tiene que detectar los errores en el problema original y después repasar la corrección hecha por el estudiante. En el caso de corrección sólo por el profesor el esfuerzo es muy inferior y, de hecho, las únicas competencias que se dejan de trabajar son la responsabilidad o, en palabras más informales, el grado de honradez del estudiante corrector.

En el tercer caso (caso c) es el profesor quien prepara un conjunto de ejercicios ligeramente diferentes, que se caracterizan por tener algunos errores en la resolución; en un problema moderadamente complejo es posible introducir un número considerable de errores que, bien combinados, pueden originar una gran cantidad de casos únicos, con lo cual cada uno de los estudiantes puede recibir un ejercicio diferente a los de los compañeros. Este caso facilita considerablemente la corrección al profesor, ya que como autor de los ejercicios sabe los errores que los alumnos tienen que detectar y permite valorar la capacidad crítica de los estudiantes.

El profesor  
Entrega un problema único  
ya resuelto y con errores  
diferentes a cada estudiante

Cada estudiante  
corrige y evalúa el  
problema asignado

El profesor  
Evalúa la evaluación que ha  
hecho cada estudiante

#### 4.- EL USO DE HOJAS DE CÁLCULO PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La amplia difusión de los ordenadores y la simplicidad de uso de hojas de cálculo como el Microsoft Excel o similares ha permitido incorporar esta herramienta en la realización de cálculos repetitivos o que requieran una representación gráfica.

Estos programas permiten una reducción considerable del tiempo necesario para la resolución numérica de algunos ejercicios y, en consecuencia, hacen posible dedicar más esfuerzos al razonamiento, a la deducción de las expresiones a utilizar y a comprobar los efectos que derivan de la modificación de algunos de los parámetros (concentraciones, constantes de equilibrio) que influyen en el equilibrio.

Por estas razones se elaboró en la Facultad de Química de la Universidad de Barcelona una pequeña colección de problemas para resolver con hoja de cálculo; se trata de típicos ejercicios de equilibrio iónico y de curvas de

valoración que, de hecho, podrían ser resueltos de la forma habitual, pero el uso de la hoja de cálculo permite una reducción considerable del tiempo necesario. Otros colegas de la Universidad de Cádiz y del País Vasco han llevado a cabo experiencias similares para el estudio de diagramas de distribución, logarítmicos, de intensidad-potencial y curvas de extracción líquido-líquido.

5.- Otra posibilidad consiste en preparar un material interactivo con problemas tipos que planteen una serie de etapas secuenciales con retroactividad (es decir, si el alumno se equivoca, se entera no sólo de este hecho, sino de la clase de error que ha cometido y tiene, además, la posibilidad de seleccionar otra opción) que dirigen al estudiante hacia la resolución del ejercicio. La utilización de plataformas virtuales, con la opción de obtención de calificaciones en función del número de intentos, hace que este procedimiento sea de gran utilidad tanto para la autoevaluación del estudiante como para la evaluación por el profesor.

6.- Por último, está la posibilidad de introducir espacios de discusión en las resoluciones de los problemas de clase, dudas o incorporar sesiones de trabajo en equipo donde se puedan plantear los objetivos y diseñar estrategias conjuntas de resolución. Estos espacios de discusión pueden ser reales o virtuales.

Estos espacios virtuales de discusión se pueden constituir con la ayuda de la plataforma Moodle o similar, mediante un foro de dudas y con la posibilidad de utilización de un alumno ficticio por si algún estudiante no quiere aparecer al foro con su identidad. La preservación del anonimato puede favorecer que surjan dudas que muchos estudiantes tendrían vergüenza de expresar por escrito y públicamente. Este planteamiento de dudas desde el anonimato puede permitir al profesor obtener información fiable en relación con el nivel de conocimientos y las dudas que sus estudiantes pueden tener en un momento determinado. En este sentido, no es infrecuente entre los profesores comentar que algunos exámenes tienen resultados sorprendentes: casos de preguntas supuestamente sencillas que la mayoría de estudiantes eran incapaces de resolver correctamente, mientras que otras, aparentemente más complicadas, las resolvían sin dificultades; evidentemente eso significa que la percepción del profesorado en relación con la dificultad o facilidad de un tema no siempre coincide con la del alumnado y cualquier herramienta que ayude a mejorar la comunicación y, en consecuencia, la información puede ser extremadamente útil.

En algunos casos puede ser útil que sean los mismos alumnos los que resuelvan las dudas planteadas por los compañeros, ya que eso permite al profesor llegar a una perspectiva más próxima a la de los estudiantes y al mismo tiempo captar sus competencias en comunicación escrita, razonamiento, capacidad crítica y autocrítica, así como su conocimiento de

la materia. Esta actividad ya ha sido puesta en marcha por profesores de la Universidad de Málaga.

Otra posibilidad a plantear es que un estudiante, o un grupo de ellos, diseñe una posible pregunta de examen (respuesta incluida) y después el conjunto de la clase analice tanto su validez como las dificultades de la resolución. Hace falta decir que la pregunta debería cumplir unos requisitos, como tener un cierto número de apartados (algunos de ellos numéricos y que, preferiblemente, permitieran extraer algunas consecuencias de tipo conceptual) y que tanto el planteamiento como las hipótesis para la resolución fueran correctos (por ejemplo, no sería aceptable una pregunta cuya solución se basara en la hipótesis de no precipitación de un compuesto que, en las condiciones seleccionadas, sería insoluble). Esta actividad ya ha sido puesta en marcha en la Facultad de Química de la Universidad de Barcelona.

#### TRABAJO EN EQUIPO FUERA DEL AULA Y EXPOSICIÓN ORAL

El trabajo en equipo es una de las competencias más solicitadas por el sector empresarial y es también de gran interés en otros ámbitos, como la investigación. No es sorprendente, ya que es casi imposible ejercer de químico desde la individualidad y, además, la actividad profesional requiere a menudo el trabajo en colaboración con profesionales no químicos, como abogados, legisladores, economistas, médicos, políticos, etc. Eso implica que todos han de capaces de definir el problema desde su perspectiva y después trabajar conjuntamente con los otros para encontrar la solución mes satisfactoria en cada caso.

Habitualmente resulta difícil evaluar esta competencia en la universidad, ya que cuando los alumnos hacen un trabajo en equipo el profesor recibe un informe único y, aunque trate de averiguar cuál ha sido el grado de implicación de cada uno de los participantes, éstos son muy reticentes a hacer valoraciones del trabajo de los compañeros.

En el momento de diseñar una actividad de este tipo, hay que considerar que se presenta un conflicto entre dos estrategias diferentes y que hay que seleccionar una u otra en función de cuáles sean los objetivos a alcanzar. Desde el punto de vista de la máxima eficiencia, lo mejor es que cada uno de los miembros del grupo se dedique a hacer única y exclusivamente la tarea para la cual esté mejor dotado: si alguien no es capaz de hacer una buena búsqueda bibliográfica, de extraer conclusiones ni de redactar un documento coherente y fácilmente inteligible pero, en cambio, domina perfectamente las herramientas informáticas, lo ideal es que se encargue únicamente de preparar las transparencias para la presentación y deje que los otros se ocupen del resto de cosas a hacer. En cambio, desde el punto de vista de la formación integral de los estudiantes, parece mejor que, como mínimo en las etapas iniciales de su aprendizaje, se potencie que

todos lo hagan todo; quizás se perderá eficiencia y probablemente el resultado final será inferior a lo que se habría podido conseguir con un equipo formado por "especialistas", pero estos inconvenientes quedan compensados por el hecho de que todos los miembros tienen que trabajar en cuestiones que quizás todavía no dominan y todos pueden aprender de los compañeros que saben más (en el supuesto de que, en caso de duda, sean capaces de detectar a quién sabe más y de seguir su criterio, en lugar de hacer caso de quién grite más o sea más tozudo).

Los profesores somos conscientes de la dificultad que tiene ejercitar esta competencia, ya que las individualidades tienen que adaptarse al resto y hace falta negociar y renegociar para conseguir una solución que sea buena para todos. También sabemos que no todos sirven para todo y, por lo tanto, que hay que promover que el estudiante aprenda a hacer diferentes papeles dentro del equipo y sobre todo transmitir la idea básica de que, en un trabajo en equipo: "el todo es algo más que la suma de las partes". Sin embargo, a fin de que las personas se impliquen realmente en la actividad, es necesario crear una situación u objeto de trabajo motivador y en el que todos se sientan partícipes.

Cuando se pide un trabajo en grupo existe el peligro potencial de que los estudiantes se repartan el trabajo y después cada uno sepa sólo el trozo que le ha correspondido. Sería un error considerar esta actividad como un trabajo en equipo, ya que la parte realmente interesante y, de hecho, el motivo de la realización de actividades dirigidas a potenciar esta competencia radica en desarrollar la generación de ideas, la argumentación, la capacidad de síntesis, el respeto y la coordinación entre las personas.

El trabajo en grupo se ha aplicado a diferentes objetivos y ha sido realizado tanto fuera del aula como dentro del aula; esta última opción permite al profesor comprobar el comportamiento de cada grupo y evaluar las actitudes individuales.

#### TRABAJO DE EXPRESIÓN ORAL EN CLASE

La expresión oral es una de las competencias que más tendrá que ejercer un químico a lo largo de su vida profesional: la comunicación oral es la herramienta vehicular de la actividad, tanto en el sector empresarial como en el de la investigación o la docencia. Es cierto que ésta es una característica personal y que mientras que algunos parecen haber nacido con el don de la palabra y son unos comunicadores natos, otros tienen que practicar duramente para alcanzar un cierto nivel en esta competencia. En cualquier caso, es difícil hablar en público si se desconoce lo que hay que decir, o como decirlo, es decir, si no se conoce el tema a tratar y no se domina el léxico imprescindible. Es por eso que el químico debería ser un buen comunicador de química, pero este perfil sólo lo alcanzará si, además de mejorar su competencia en la disciplina que le es propia, adquiere el

resto de herramientas necesarias. Cuantas más oportunidades tengan los estudiantes de hacer exposiciones orales formales, más práctica tendrán y más fácilmente se adaptarán a las exigencias de la vida profesional, que a menudo requiere hacer presentaciones de productos, de procesos, de resultados en congresos, a colegas, a estudiantes, etc.

Para trabajar esta competencia no es imprescindible la presentación de temas escogidos explícitamente con esta finalidad: la actividad puede consistir en que un alumno explique a sus compañeros uno de los problemas que todos tienen que resolver o un fragmento de alguna de las lecciones del temario. En cualquier caso, la realización de un ejercicio de este tipo debería influir en la calificación final.

#### TRABAJO EN EQUIPO FUERA DEL AULA Y EXPOSICIÓN ORAL EN EL AULA

La actividad combina el trabajo en equipo fuera del aula y la exposición oral de los resultados. Se puede realizar al final del semestre, aunque también podría hacerse al final de cualquier conjunto de materia ya cerrado.

Se forman grupos de unas 3-4 personas y se les reparte un problema de examen de alguna convocatoria anterior o un problema que no pertenezca a la colección habitual. Tanto la formación del grupo como la asignación del problema a resolver se hacen por sorteo.

Además de resolver el problema asignado, cada grupo tiene que elaborar un mapa de la resolución. Finalizada esta tarea, tiene que presentar los resultados al profesor que, además de introducir las correcciones necesarias, puede hacer las preguntas que considere oportunas para determinar el nivel de conocimientos de cada uno de los miembros y su capacidad de argumentación.

Los estudiantes y el profesor deben conservar una fotocopia del mapa de resolución del problema, con el fin de incorporarlo al cuaderno de aprendizaje si se trabaja con esta herramienta o como referencia del trabajo del estudiante para su posterior evaluación.

La última actividad es una exposición oral, donde los diferentes grupos explican a los compañeros el problema que les ha tocado resolver. La exposición puede ser colectiva (es decir, con intervenciones de más de uno de los miembros) o individual. En cualquier caso, en la preparación de la exposición tienen que participar todos; además tienen que determinar lo que es importante y estructurarlo de manera que en el tiempo disponible puedan proporcionar a los compañeros toda la información relevante en forma inteligible. La actividad puede formar parte del proceso de evaluación de los estudiantes.



#### TRABAJO EN EQUIPO I EXPOSICIÓN ORAL EN UNA ASIGNATURA EXPERIMENTAL

Las asignaturas experimentales, que se incorporaron a los planes de estudio de la titulación de Química a partir de los años 90, fueron fundamentales para dignificar y dar un peso específico importante a la actividad de laboratorio, que hasta entonces formaba parte de una asignatura teórica donde a menudo era despreciada, ya que su influencia en la calificación final era nula o, en el mejor de los casos, muy escasa.

Las asignaturas experimentales, cursadas íntegramente en el laboratorio con un trabajo perfectamente definido y evaluado, han permitido que a los estudiantes sean evaluados únicamente por esta actividad y no por los conocimientos teóricos adquiridos previamente. Estas asignaturas ofrecen, además, unas condiciones muy favorables tanto para la evaluación continuada pura como para la realización de actividades participativas, ya que el número de estudiantes por profesor acostumbra a ser más pequeño que en una clase de teoría.

La actividad que se comenta a continuación ha sido realizada en la "Introducción a la Experimentación en Química Analítica", una asignatura troncal situada en el cuarto semestre curricular de la titulación de Química de la Universidad de Barcelona y que tiene 7,5 créditos, lo cual equivale a 60 horas presenciales repartidas en 15 sesiones de 4 horas diarias y realizadas en tres semanas consecutivas. El número máximo de estudiantes por grupo es de 32 y el número de profesores implicados es de 3, uno con plena responsabilidad docente y que es el responsable y 2 profesores ayudantes o colaboradores. Esta actividad es fácilmente aplicable a otras asignaturas experimentales de estas características.

La actividad combina el trabajo en equipo y la exposición oral. En este caso se seleccionan dos analitos, hierro y cobre, que se pueden determinar por diversos procedimientos, se forman grupos y se asigna uno de los analitos a cada uno de los grupos, de manera que la mitad tenga asignado el cobre y la otra mitad el hierro. Los alumnos debe investigar qué muestras contienen el analito asignado, hacer un resumen de los diferentes procedimientos que se pueden utilizar en su determinación y seleccionar el que, por la razón que sea, les parezca más adecuado; también tienen que preparar una exposición oral de unos 10 minutos para los compañeros que han trabajado con el mismo analito, lo que implica un público experto y capaz de valorar las aportaciones realizadas. A continuación se comentan las tareas del profesor y de los estudiantes, aunque debe quedar claro que éstos tienen diversas modalidades de participación y eso supone que sus actividades pueden ser diferentes.

#### **Tarea de los estudiantes:**

Búsqueda bibliográfica sobre el tema

Trabajo en grupo: discusión y selección

Exposición oral (entre 7 y 15 min)

Formas de participación:

Trabajo en grupo (3-4 personas)

Exposición oral (individual, 1-2 personas del grupo)

Grupo Crítico (aproximadamente 16 personas)

**Tarea del profesor:**

Diseño de la actividad y organización de las modalidades de participación de los alumnos

Selección del tema.

Elaboración de un cuestionario de evaluación

Trabajo en grupo

Se forman grupos de 3-4 estudiantes y se les asigna un tema, relacionado con la asignatura, para que lo desarrollen. Tienen libertad para plantearlo como crean más oportuno, pero básicamente han de tratar de los tipos de muestra donde se encuentra el analito y de los procedimientos de determinación, aunque evidentemente con las limitaciones derivadas de su nivel de formación. La tarea consiste primero en buscar información, estudiarla, discutirla y llegar a conclusiones y, después, en diseñar una presentación oral y seleccionar la persona o personas que tendrán que hacerla.

*Los objetivos a alcanzar (aunque sean difíciles de controlar) son los siguientes:*

*Toma de decisiones*

*Trabajo en equipo*

*Argumentación*

*Capacidad de síntesis científica*

Exposición oral

Uno o dos de los miembros de un grupo.

Control del tiempo (máximo 15 minutos).

Disponen de sistemas de apoyo, como transparencias, power point, pizarra.

*Los objetivos a alcanzar son:*

*Capacidad de síntesis, Espíritu crítico, Comunicación oral.*

*Utilización de recursos*

Grupo Crítico

Lo forman el resto de los grupos que han preparado el mismo tema i que, en consecuencia, lo conocen. Su función consiste escuchar la exposición del compañero/s y hacer un juicio crítico tanto del contenido como de los aspectos puramente formales de la presentación. Para facilitarles la tarea, se les proporciona cuestionario para la evaluación, que deberán rellenar y devolver al profesor después de haberlo firmado.

*Los objetivos a alcanzar son:*

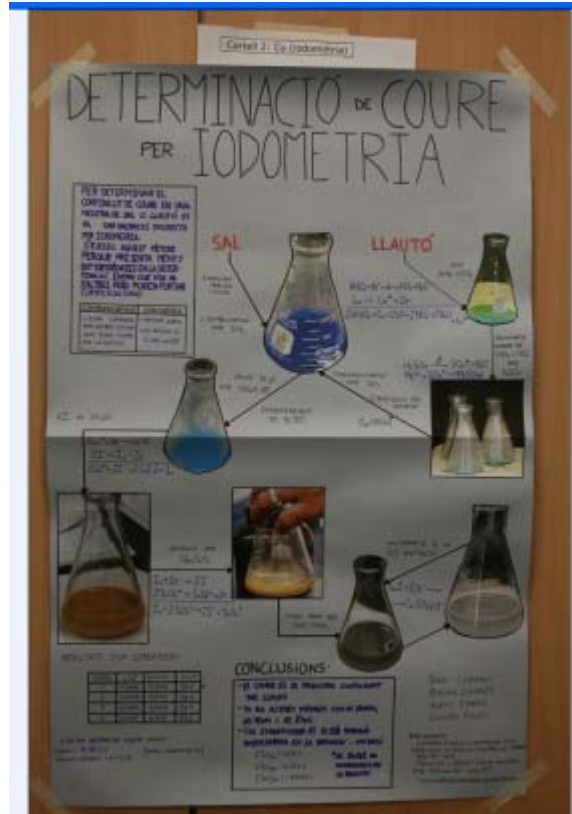
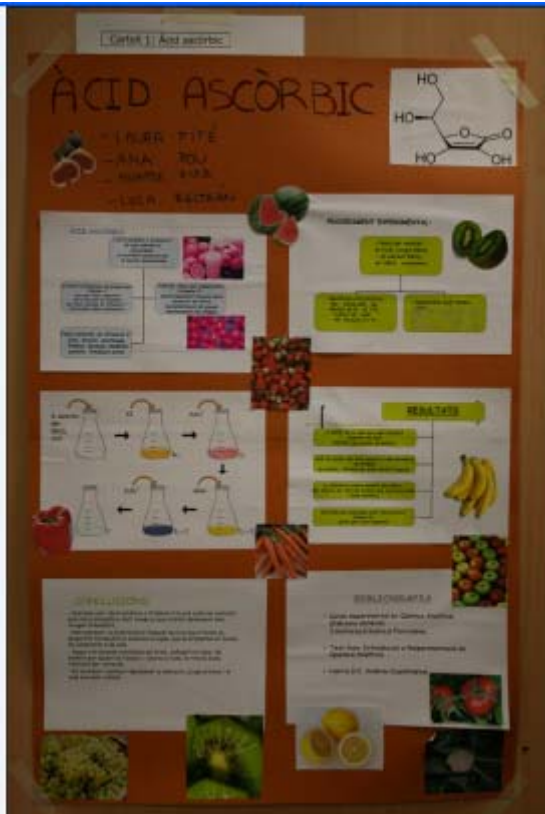
*Espíritu crítico, Capacidad de valoración, Toma de decisiones*

Cabe destacar que la actividad se ha llevado a cabo durante cuatro cursos consecutivos y que ha tenido muy buena acogida entre los estudiantes participantes. También es importante resaltar que, aunque en cada curso hay cuatro grupos que hacen el mismo tema, todas las presentaciones han sido diferentes, sin más coincidencias que las inevitables.

Hay que destacar que valoraciones del grupo crítico son, en general, muy similares a las del profesor o, incluso, más estrictas.

Las tres modalidades de participación forman parte de la evaluación total de cada uno de los estudiantes.

Durante el curso 2007-08 se introdujo una pequeña variación, inspirada en el formato MINISIMPOSIUM de la Universitat de València. En este caso se



hicieron grupos de 3-4 personas, se les asignó una determinación y se les pidió la realización de un cartel y una pequeña explicación a pie de cartel.



A continuación se muestra un ejemplar del cuestionario que tanto el profesor como el grupo crítico utilizan para la evaluación y que tiene en cuenta tanto los aspectos formales de la presentación (claridad, velocidad al hablar, etc.) como los contenidos (domina el tema, la información es suficiente, etc.).

Hay que mencionar que la calificación es la misma para todos los componentes de un grupo, independientemente del hecho de que hayan participado o no en la presentación oral de su trabajo.

Grupo:.....

Fecha: .....

### EXPOSICIÓN ORAL DEL Srs./Srs.:

1º.....

2º.....

### VALORACIÓN DEL

Sr./Sra.:.....

.

### VALORACIÓN FORMAL

*Puntuar entre 0 (muy mal) i 10 (muy bien) los siguientes aspectos formales de a exposición oral*

	1º	2º
Claridad		
Orden		
Amenidad		
Vocabulario utilizado		
Sintaxis		
Intensidad de la voz		
Inflexiones de la voz		
Lenguaje gestual y corporal:		
Velocidad de la exposición ( <i>si la puntuación es inferior a 7, añadir una <b>L</b> para indicar <b>demasiado lenta</b> y una <b>R</b> para indicar <b>demasiado rápida</b></i> )		
La exposición ha contado con el apoyo visual necesario ( <i>anotaciones en la pizarra, transparencias, presentaciones con ordenador, etc.</i> )		
Da la impresión de dominar el tema		
Se puede considerar que la exposición ha sido satisfactoria desde el punto de vista puramente formal ( <i>sin entrar en el contenido</i> )		

### Comentarios

*Si una puntuación numérica no permite expresar correctamente vuestra opinión, utilizar este espacio para comentar con mayor extensión los aspectos formales de la exposición.*

Introducción a la experimentación en Química Analítica  
Curso 2006-07

Grupo:.....

Fecha: .....

**VALORACIÓN DEL CONTENIDO**

*Puntuar entre 0 (muy mal) y10 (muy bien) los siguientes aspectos del contenido de la exposición oral*

	1er	2on
El procedimiento escogido es válido <sup>1</sup>		
Las razones presentadas para justificar la elección del procedimiento escogido son convincentes <sup>1</sup>		
Ha proporcionado un buen fundamento teórico del procedimiento escogido		
Ha explicado la razón por la hay que hacer todas las operaciones del procedimiento		
Ha escrito y igualado todas las reacciones importantes		
Ha suministrado todos los datos necesarios para poder poner en práctica este procedimiento sin necesidad de información adicional		
Ha justificado la cantidad de muestra a pesar y ha proporcionado la información necesaria para calcular el contenido del analito en la muestra		
Ha contestado las preguntas de forma clara i satisfactoria ( <i>si no i han habido, contestar NC</i> ) <sup>1</sup>		
Domina el tema de la exposición <sup>2</sup>		
<i>Se puede considerar que la exposición ha sido satisfactoria desde el punto de vista del contenido (sin entrar en aspectos formales)</i>		

**Comentarios**

*Si una puntuación numérica no permite expresar correctamente vuestra opinión, utilizar este espacio para comentar con mayor extensión los aspectos del contenido de la exposición. En cualquier caso, hay que contestar lo siguiente en referencia a las cuestiones marcadas con un número (Utilizar hojas adicionales, si es necesario).*

<sup>1</sup> Si la puntuación es inferior a 8, especificar lo que ha hecho mal.

<sup>2</sup> Si la puntuación es inferior a 8, comentar por qué no domina el tema.




A continuació se presenten dos de les treballs realitzats per els estudiants:

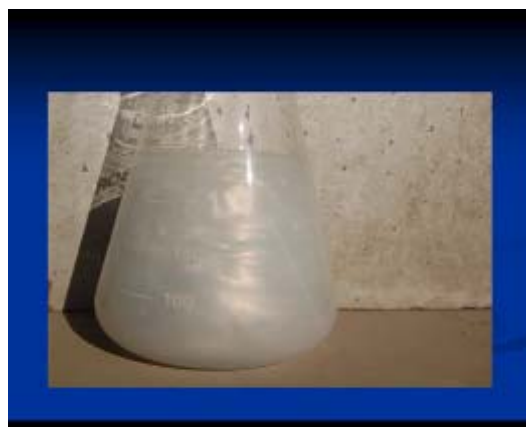
## Determinació Volumètrica del Ferro

- ### Objectius
- Determinar el contingut de Ferro com a component majoritari en diferents mostres mitjançant Reaccions Redox.
  - Comparació de les dues valoracions:  $K_2Cr_2O_7$  i  $KMnO_4$ .
  - Aplicació d'un cas particular: Un Aliatge.

- ### Valoració amb $KMnO_4$
- Pesada per diferència de la mostra a analitzar
  - Dilució de la mostra (color groc)
  - Pretractament: Reducció quantitativa del Fe.
    - Addició del  $SnCl_2$  en calent i medi àcid (desaparició del groc)
- $$\begin{array}{l} Sn^{2+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2e \\ Fe^{3+} + e \longrightarrow Fe^{2+} \quad (2x) \\ \hline Sn^{2+} + 2Fe^{3+} \longrightarrow Sn^{4+} + 2Fe^{2+} \end{array}$$
- Afegim unes gotes en excés per tal d'assegurar la quantitat de la reacció

- L'excés l'eliminam amb  $HgCl_2$ :
- $$Sn^{2+} + 2HgCl_2 \longrightarrow Hg_2Cl_2(\text{precipitat blanc}) + Sn^{4+} + 2Cl^-$$
- 
- Tractament erroni:
- La no aparició de precipitat
  - L'aparició de precipitat gris gris indica un excés de  $Sn^{2+}$
- $$Sn^{2+} + HgCl_2 \longrightarrow Hg(\text{precipitat gris}) + Sn^{4+} + 2Cl^-$$

- Addició de Zimmerman-Reinhardt i dilució
  - Valoració
- 



- ### Valoració amb $K_2Cr_2O_7$
- Pesada per diferència de la mostra a analitzar.
  - Dilució de la mostra (color groc)
  - Es calenta la mostra i en medi fortament àcid.
  - Pretractament:
    - Si hi ha residu insoluble no apareix el color vermellós, calentem i procedim a afegir el  $SnCl_2$
    - Afegim una dissolució de  $H_2SO_4/H_3PO_4$ , unes gotes de difenilaminsulfat de Sodi.
  - Valoració



## Comparació de mètodes

- **Dicromat**
  - Patró primari
  - Necessitat d'indicador
  - No necessitem reduir el potencial Redox
- **Permanganat**
  - No es patró primari, necessitat d'estandarditzar
  - No necessita indicador
  - Necessitem reduir el potencial Redox

## Cas Particular: Aliatge (Fe/Cr)

- Metalls en forma de  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{3+}$  (Oxidats)
- Tractem la mostra amb prereductors per poder-los valorar amb  $Ce^{4+}$  (oxidant)
- Prereductors:
  - Jones: Amalgama de Zinc  
 $Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn_{(s)}$   $E^{\circ} = -0.764V$
  - Walden:  $Ag_{(s)}$  en HCl  
 $AgCl_{(s)} + e^- \longrightarrow Ag^{\circ} + Cl^-$   $E^{\circ} = 0.205V$

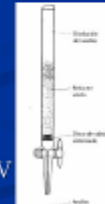


Figura 10.1 • El sistema de referència electroquímica més comú, el sistema de referència de plata i clorur d'argent.

Mostra

Alíquota 1      Alíquota 2

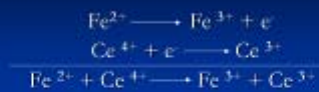
- Jones  
Redueix ambdues espècies:
- Walden  
Redueix només Fe:

$Zn^{2+}/Zn$ $E^{\circ} = -0.764 V$	$Ag/AgCl$ $E^{\circ} = 0.205 V$
$Fe^{3+}/Fe^{2+}$ $E^{\circ} = 0.77 V$	$Fe^{3+}/Fe^{2+}$ $E^{\circ} = 0.77 V$
$Cr^{3+}/Cr^{2+}$ $E^{\circ} = -0.41 V$	$Cr^{3+}/Cr^{2+}$ $E^{\circ} = -0.41 V$

- Recollim en una dis. de  $Fe^{3+}$ :

$$Cr^{2+} + Fe^{3+}_{(excess)} \longrightarrow Cr^{3+} + Fe^{2+} + Fe^{3+}_{(en\ react.)}$$

- Valorem ambdues alíquotes amb  $Ce^{4+}$



- Volum 1: Quantitat per valorar tot el  $Fe^{2+}$
- Volum 2: Quantitat per valorar el  $Fe^{2+}$

- Quantitat de  $Ce^{3+}$  per diferència de Volums:  
Vol.1 - Vol.2 = Vol. Valoració del  $Cr^{3+}$

- Factors de conversió i obtenció del % en mostra



## CARACTERÍSTIQUES

- Simbol: Cu
- Nombre atòmic: 29
- Massa atòmica: 63,546 g/mol
- Situació a la taula periòdica: Metall de transició (grup 11- període 4)
- Punt de fusió: 1356,6 K
- Punt d'ebullició: 2840 K
- Densitat: 8960 kg/m<sup>3</sup>
- Estats d'oxidació: +1, +2
- Caràcter redox:  $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$   $E^{\circ} = 0,34V$

## PROPIETATS

- Color rogenc
- Elevada conductivitat tèrmica
- Elevada conductivitat elèctrica
- Dúctil
- Maleable
- Resistent a la corrosió
- Metall tou → aleacions (bronze, llautó...)

## ABUNDÀNCIA A LA TERRA

- Proporció a l'escorça terrestre del 0,01%
- Els jaciments més importants es troben a la serralada dels Andes i Michigan

MINERAL	FÒRMULA QUÍMICA	NIVELL TERRESTRE
Cuprita	$Cu_2O$	Capa superior
Pirites primàries	Chalcosina $Cu_2S$	Per sota del nivell tròic
	Covel·lina $CuS$	Per sota del nivell tròic
Pirites secundàries Calcopirita	$S_2FeCu$	Per sota del nivell tròic

## MÈTODES ANALÍTICS

### • TÈCNiques CLÀSSIQUES

MÈTODE		MOSTRES
Volumetria	Complexació amb EDTA	Sal de coure
	Redox (iodometria)	Sal de coure Llautó/ Bronze
Gravimetria		Sal de coure Llautó/ Bronze

## MÈTODES CLÀSSICS

### • COMPLEXACIÓ AMB EDTA

AVANTATGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Forma complexos 1:1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forma complexos amb altres ions metàl·lics</li> <li>Valoració ràpida perquè la dissolució esdevé tòrbida</li> <li>No posar <math>\text{NH}_3</math> en excés perquè el complex és molt estable</li> </ul>

### • GRAVIMETRIA

AVANTATGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es pot fer en presència d'altres metalls</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulació del pH</li> <li>Es necessita un agent reductor (cal treballar amb <math>\text{Cu}(\text{I})</math>)</li> <li>Evitar sals amòniques i excés de SCN</li> <li>Lent i laboriós</li> </ul>

### TRACTAMENT DE LA MOSTRA



### • TÈCNiques INSTRUMENTALS

MÈTODE	MOSTRES
Potenciometria	Aigua
Electrogravimetria	Llautó/ Bronze
Espectrometria d'absorció atòmica	

### • IODOMETRIA

AVANTATGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenta menys interferències que la complexometria</li> <li>Més ràpid que la gravimetria</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regulació del pH</li> <li>Valorar ràpidament perquè el <math>\text{I}_2</math> és molt volàtil</li> <li>Cal afegir <math>\text{NH}_4\text{SCN}</math></li> </ul>

## LLAUTÓ

Aliatge de Cu, Zn, Sn i Pb i, en menor quantitat, Ni i Fe



### DETERMINACIÓ



## APLICACIONS

### ABANS...

- Va ser el primer metall utilitzat per l'home (des de fa 10 000 anys)
- Els egipcis van perfeccionar la seva obtenció i aplicació
- Era utilitzat per a fer eines
- Va predominar tant que hi ha una època anomenada "edat del bronze"

### ARA...

- Cables elèctrics, fils conductors...
- Motors, controladors
- Canonades d'aigua
- Monedes
- Utensils de cuina
- Plaguicides

### ALIATGES

- Bronze: (coure + estany): En funció de la composició de l'aliatge en varien les propietats
- Llató (Coure + zinc): Els més comuns 30-45% Zn
- Altres aliatges amb metalls com: Pb, Mn, Be, Al, Ni, Fe.

## PAPER BIOLÒGIC

- És un oligoelement essencial (formació de glòbuls vermells, vasos sanguinis...)
- És recomanable una dosi de 0,9 mg/dia
- El trobem a les ostres, marisc, llegums...
- En excés pot provocar malalties, com la de Wilson

## TRABAJO EN EQUIPO EN CLASE Y DISCUSIÓN

Se puede desarrollar cualquier tipo de actividad relacionada con los contenidos de la asignatura y que pueda dar lugar a una reflexión a partir de diferentes situaciones. Se describe un caso donde el objetivo fue que los diferentes equipos de estudiantes elaboraran una pregunta de examen de uno de los bloques temáticos de la asignatura, ya que quizás es el más aplicable a cualquier disciplina, pero otros años el tema ha consistido en calcular conjuntos de curvas de valoración y comentar sus diferencias o similitudes, o discutir las ventajas e inconvenientes de diferentes métodos para la determinación de un analito, ya fuera en general o en una matriz concreta.

Las condiciones en que se ha desarrollado la actividad han sido las siguientes:

1. Es preferible realizarla a finales del periodo lectivo, lo que permite trabajar con todo el temario y en mejora la variedad, la amenidad y el interés, aunque, en sentido estricto, no hay ningún inconveniente al hacerla en cualquier momento del curso.
2. Es deseable que el profesor se encuentre acompañado por un miembro del mismo equipo docente (o, en su defecto, por un profesor que imparta la misma asignatura).
3. Cada equipo de estudiantes está constituido por 5 o 6 estudiantes, elegidos por sorteo.
4. Idealmente tendría que haber 1 profesor por cada 3 equipos de estudiantes (15-18 alumnos).
5. Hay que disponer de un mínimo de dos o tres horas presenciales para llevar a cabo la actividad.
6. El aula utilizada tendría que permitir que los grupos trabajaran con comodidad e independencia. Dicho de otra manera, debería ser posible que todos los miembros de un equipo se sentaran en torno a una mesa y que los grupos estuvieran separados unos de otros para evitar interferencias y molestias.

Como ya se ha comentado, tanto la elección de los miembros del grupo y como la asignación del bloque temático con el que hay que trabajar se hacen por sorteo, lo que impide que los estudiantes puedan desarrollar estrategias previas.

Se ha considerado que una tarea que puede permitir determinar el nivel que los estudiantes han alcanzado consiste en hacerles plantear una pregunta que consideren apropiada para un examen.

1. Cada equipo tiene que plantear una pregunta relacionada con uno de los bloques temáticos de la asignatura. El bloque se asigna por sorteo.
2. La pregunta debe tener entre 2 y 5 apartados y un alumno medio no tendría que necesitar más de 60 minutos para resolverla.
3. La pregunta debería incidir en los conceptos más fundamentales del tema y al mismo tiempo ser discriminatoria, es decir, tendría que permitir distinguir entre los alumnos que saben y los que no, pero también tendría que estar planteada de manera que la incorrecta resolución de algunos de los apartados no bloqueara los sucesivos.
4. Los alumnos pueden disponer de los apuntes de clase y consultar tablas de valores de constantes, así como cualquier información que el profesor juzgue de interés.
5. Antes de iniciar la actividad, los estudiantes del grupo tienen que enumerar los aspectos más significativos del bloque temático asignado. De hecho, se solicita al estudiante que reflexione sobre cuáles son los contenidos fundamentales. No hay que decir que los aspectos señalados como importantes tendrían que ser el objeto de la pregunta.
6. Los miembros del equipo tienen que confrontar sus conocimientos, llegar a acuerdos y posteriormente plasmarlos en la redacción de la pregunta.
7. Cuando sea imposible llegar a un acuerdo unánime, el miembro o miembros discrepantes pueden presentar una propuesta particular. La incapacidad de pactar un compromiso satisfactorio para todo el mundo se valora siempre negativamente, pero la influencia concreta en la calificación final depende de si la propuesta particular es mejor o peor que la conjunta.

Esta actividad puede formar parte del proceso de evaluación de los estudiantes

#### APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)

Esta metodología fue desarrollada para los estudiantes de medicina, pero hoy en día se encuentra muy extendida y se aplica en ámbitos muy variados, como derecho, ciencias sociales, formación de profesorado, entre otros. Se basa en el aprendizaje a partir de la resolución de problemas que planteen situaciones más o menos reales. No tiene que ser entendida como una metodología aislada, sino como otra herramienta para aprendizaje

centrado en los estudiantes, de carácter integrador y colaborador y basado en problemas.

Las diferentes etapas a seguir se resumen a continuación:

1. - Presentación: se trata de mostrar una situación problemática de la forma más realista posible, pero sin hacer ninguna definición explícita que oriente a los alumnos.
2. - Análisis del problema: los estudiantes tienen que descubrir cuál es el problema, o problemas, que realmente se les plantea, así como analizar los aspectos más significativos.
3. - Generación de una (o varias) hipótesis: durante la discusión sobre el problema, los estudiantes tienen que generar la mayor cantidad posible de hipótesis para clarificarlo.
4. - Identificar las faltas de conocimiento: los estudiantes tienen que ser capaces de determinar lo que saben y lo que no saben y, en consecuencia, decidir qué partes pueden resolver sin necesidad de más información y cuáles no.
5. - Decidir cuáles son las metas de aprendizaje: los estudiantes, ya sea de forma individual o en grupo, tienen que decidir qué es lo que quieren aprender sobre el problema y su solución.
6. - Aprendizaje individual: los estudiantes tratan de adquirir los conocimientos necesarios para la resolución del problema mediante libros, lecturas seleccionadas, materiales didácticos y otros recursos.
7. - Intercambio de resultados: los estudiantes intercambian sus informaciones, analizan de nuevo conjuntamente el problema y tratan de formular conclusiones (soluciones).

Según el profesor Günter L. Huber, el objetivo de esta metodología no es que los estudiantes obtengan la solución a un problema concreto o aprendan una determinada estrategia para resolverlo, sino que aprendan cómo se descubre el núcleo del problema dentro de una situación no siempre bien definida y qué pasos hay que seguir para encontrar las estrategias que llevan a una solución satisfactoria. Esta metodología refleja el objetivo básico "de aprender a aprender".

La utilización de metodologías como el aprendizaje basado en problemas (ABP) favorece la participación de los estudiantes y se ha convertido en una herramienta útil para conseguir su motivación y para evitar el abandono, ya que colabora eficazmente a que se sientan protagonistas de su propio aprendizaje y capta su atención.

EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

Datos de la actividad

**DATOS**

**Universidad: EXTREMADURA**

**Titulación: CIENCIAS QUIMICAS (PRIMERO)**

01/03/2009

**Asignatura: FUNDAMENTOS DE QUÍMICA ANALÍTICA**

**Créditos: 5.5**

**Semestre de impartición: SEGUNDO**

**Nº de grupos de la misma asignatura: 1**

**Nº de grupos que participan en la actividad: 1**

**Nº de estudiantes matriculados en la asignatura:  
27**

**Nº de estudiantes que han participado en la  
actividad: 22**

**Curso en que se inició la actividad: 2006/07**

**Nos sería muy útil conocer resultados relativos a  
los aspectos siguientes:**

**grado de satisfacción de los estudiantes: ELEVADO**

**grado de satisfacción de los profesores: ELEVADO**

**mejora del rendimiento de los estudiantes,  
(porcentaje de presentados, porcentaje de  
aprobados, mejora de las calificaciones, otros  
datos de interés..)**

Se aplicó en la asignatura de primer curso "Fundamentos de Química Analítica" de la Facultad de Química de la Universidad de Extremadura. La experiencia se llevó a cabo de la siguiente manera:

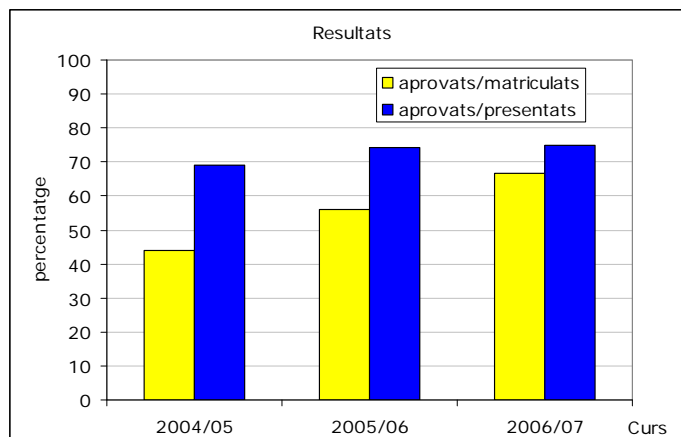
Protocolo:

Primera sesión: los alumnos se reúnen grupos de cuatro y tratan y analizan el problema planteado; también se les proporciona documentación, con el objetivo que cada miembro del grupo lo examine y extraiga la información más relevante y lo explique al resto de compañeros.

Segunda sesión: se hace una puesta en común entre los miembros del grupo que, con toda la información disponible, tienen que hacer un mapa conceptual que incluya la solución al problema.

Tercera sesión: una semana después, se plantea un nuevo problema, que sea continuación del primero; en este caso ya no se les facilita ningún tipo de ayuda, pero los alumnos tienen que hacer un protocolo similar al anterior.

Además, esta actividad se complementa con trabajo de laboratorio. Los resultados obtenidos se muestran en la figura siguiente.



Los datos de los años 2004-05 y 2005-06 corresponden a cursos donde no se ha utilizado ninguna metodología especial, mientras que los de 2006-07 corresponden a resultados obtenidos con la metodología propuesta. Se puede comprobar que la relación aprobados/matriculados (en color amarillo) ha aumentado considerablemente, desde el 43,9 hasta el 66,7%. En cambio, la variación de la relación aprobados/presentados (en color azul) no ha sido tan significativa, aunque también aumenta cuando se utilizan metodologías participativas. Hay que mencionar que la mayor disminución en el número de no presentados se produjo en la convocatoria de junio.

#### TRABAJO EN EQUIPO Y PRESENTACIÓN EN FORMATO "MINISIMPOSIUM"

Esta actividad ha sido diseñada y realizada por profesores del grupo de innovación docente de la Facultad de Química de la Universidad de Valencia. Como característica especial tiene que la actividad está programada para estudiantes de primer curso de la licenciatura, aunque podría llevarse a cabo en cualquier curso.

La actividad consiste en la realización de un trabajo en equipo obligatorio, del cual hay que realizar, además, una presentación oral. Participan casi todas las asignaturas del primer curso, a través del grupo de profesores implicados en el proyecto y la puntuación conseguida ejerce una influencia importante en la calificación final de todas ellas.

Datos de la actividad

**Universidad:** Universitat de València (UVEG)  
**Titulación:** Llicenciatura en Química  
**Asignatura:** Química General de primer curso  
**Créditos:** 6  
**Semestre de impartición:** primer semestre



Nº de grupos de la misma asignatura: 2 de innovación (y 3 convencionales). Total 5.

Nº de grupos que participan en la actividad: 2

Nº de estudiantes matriculados en la asignatura: 230

Nº de estudiantes que han participado en la actividad: 50

Curso en que se inició la actividad: 2003-2004

La actividad es obligatoria pues computa en la guía docente con un 20% de la nota total de la asignatura. Por este motivo, la realizan prácticamente el 99% de los estudiantes (siempre hay algún descolgado durante el curso y/o abandonos). Las calificaciones suelen ser muy buenas.

*Objetivos.* Desarrollar y fomentar competencias genéricas fundamentales para cualquier estudiante universitario y para la formación de los futuros químicos. Entre las competencias que se ponen en juego en esta actividad, se pueden destacar:

Trabajo en equipo;

Realización de buenas investigaciones|búsquedas bibliográficas;

Capacidad de análisis y de síntesis;

Toma de decisiones;

Aprendizaje autónomo y cooperativo;

Expresión oral y escrita;

Uso de las nuevas tecnologías para la investigación|búsqueda, selección, gestión y presentación de información;

Capacidad de argumentación desde criterios racionales.

Hay que destacar que todas ellas son competencias demandadas en el libro blanco del futuro Grado en Química

Se introducen además dos competencias vinculadas con valores y actitudes de gran importancia para cualquier científico, como son la sensibilización medioambiental y el reconocimiento público y la valoración de las aportaciones realizadas por otros científicos.

Dos pilares fundamentales de esta actividad son la coordinación y la formación de un equipo docente. Ambos son imprescindibles para conseguir una educación centrada en el aprendizaje y en el estudiante y que, al mismo tiempo, fomente una visión interdisciplinaria del conocimiento.

Metodología. El "mini-symposium" tuvo el siguiente formato: exposición oral de 12 minutos con intervención obligatoria de todos los miembros del equipo, presentación de carteles en formato digital, discusión a pie de cartel a preguntas de compañeros y profesores y conferencia invitada.

Los temas del symposium se centran en cuestiones de actualidad, como la conmemoración del centenario de la muerte del ilustre químico ruso D.I. Mendeléiev, aspectos de Química General relacionados con el medio ambiente, el desarrollo sostenible, la problemática actual del cambio climático, etc., o la lectura y análisis de un capítulo de un libro de divulgación (por ejemplo el curso 2007-08 fue sobre "La tortilla quemada, 24 lecciones de química", del Dr. Claudi Mans).

*Evaluación.* La nota del trabajo, cuyo influencia en la calificación final se indica en las guías docentes de las diversas asignaturas, se obtuvo de la siguiente manera:

- 40%: capacidad para trabajar en equipo
- 30%: contenido del trabajo expuesto al cartel
- 30%: presentación oral

La capacidad para trabajar en grupo se evaluó mediante el trabajo demostrado en tutorías y con la entrega de un diario colectivo del grupo y diarios individuales de cada uno de sus miembros.

El contenido del trabajo expuesto en el cartel se valoró a partir de la selección de información utilizada, la distribución de los datos, conceptos y análisis de una manera coherente y su presentación en el cartel de una manera adecuada y atractiva.

En la presentación oral se valoró, ante todo, la claridad de la exposición, la creatividad y la originalidad de la presentación.

La evaluación se llevó a cabo por los profesores del equipo docente implicados en la actividad.

*Conclusiones.* Habitualmente las presentaciones y los carteles presentados

son de una excelente calidad, muy especialmente si se tiene en cuenta que son estudiantes de primer curso. El equipo docente que participó en las actividades llevadas a cabo resalta especialmente la originalidad y creatividad de las presentaciones y quedó plenamente satisfecho al comprobar de manera patente que se habían fomentado gran parte de las competencias perseguidas en los objetivos de esta actividad académica; también destaca la "discusión a pie de cartel" como una sesión animada y especialmente fructífera, en la que los estudiantes defienden su trabajo ante las preguntas del resto de compañeros y de los profesores asistentes.

A continuación se muestra una recopilación de comentarios textuales de los propios alumnos participantes, recogidos a través de una encuesta realizada al final de la actividad y que demuestra su bondad:

- *hace que nos planifiquemos, que distribuyamos las tareas y que discutamos"*
- *"la exposición nos sirve para quitarnos la vergüenza a la hora de hablar en público"*
- *"nos sirve para aprender a investigar sobre las cosas y a buscarnos la vida un poco por nuestra cuenta"*
- *"lo pasé muy bien trabajando con mis compañeros aunque el día de la exposición se hizo demasiado pesada"*
- *"aprendes a argumentar porque no estás de acuerdo con alguna idea de tus compañeros"*
- *"hacer el trabajo fue ameno y divertido... Pero requiere mucho tiempo"*
- *"creo que se ajusta claramente a una de las competencias perseguidas en el proyecto de innovación educativa"*

El nivel de satisfacción de los profesores es también muy elevado y destacan los aspectos siguientes:



- la calidad de todos los trabajos,
- las destrezas, habilidades y aptitudes mostradas por l@s estudiantes, habida cuenta que son de PRIMER curso y que dispusieron de 3 semanas de preparación,
- haber conseguido el desarrollo de la mayoría de las competencias transversales perseguidas en los objetivos iniciales.
- haber implicado a varios profesores en una tarea multidisciplinar, tanto en la participación (5 materias y 5 profesores\*) como en la evaluación,
- la asistencia de otros estudiantes y de algunos profesores externos al curso,
- haber conseguido la consolidación de la

actividad,

- el esfuerzo invertido por tod@s ha sido "rentable" e ilusionante.

Como conclusión, se detecta una mejoría en el rendimiento de los estudiantes (porcentaje de presentados, porcentaje de aprobados y mejores calificaciones).

## UTILIZACIÓN WORKSHOP

Otra posibilidad que puede ser explorada con éxito es la organización de un workshop, ya sea de la asignatura completa o de una parte de ella. A continuación se describe uno, organizado por profesores de la Universidad de Cádiz para la asignatura Química Orgánica Ecológica.

Como indica el tríptico, en esta actividad se mezclan presentaciones de los estudiantes y alguna conferencia invitada; en todos los sentidos es un workshop en toda regla. En este caso, la actividad requiere la colaboración de otros profesores y, de facto, el visto bueno de la propia facultad en lo relativo a la publicidad del acontecimiento, a la disponibilidad de espacios adecuados y a la presencia tanto de profesores como de estudiantes de otros cursos.

La organización y las actividades exigen que los estudiantes estudien y comprendan a fondo del tema a exponer y que, además, movilicen una serie de competencias, como capacidad de síntesis, comunicación oral y escrita, utilización del inglés, argumentación, capacidad creativa, etc.

Como se puede ver en los comentarios de los compañeros, el grado de satisfacción fue diferente según el estamento. Probablemente la experiencia fue bastante motivadora para los estudiantes, pero aparentemente el profesorado tiene la percepción de que el trabajo de organización y seguimiento es elevado y de difícil cuantificación y que, además, no es fácil llegar a una calificación final.

Universidad: Cádiz

Titulación: Licenciatura en Química

Asignatura: Química Orgánica Ecológica

Créditos: 6

Semestre de impartición: 2º

Nº de grupos de la misma asignatura: 1

Nº de grupos que participan en la actividad: 1

Nº de estudiantes matriculados en la asignatura:  
44

Nº de estudiantes que han participado en la actividad: 34

Curso en que se inició la actividad 2006-2007

**Nos sería muy útil conocer resultados relativos a los aspectos siguientes:**

grado de satisfacción de los estudiantes Medio-Alto

grado de satisfacción de los profesores Medio-Bajo mejora del rendimiento de los estudiantes, (porcentaje de presentados, porcentaje de aprobados, mejora de las calificaciones, otros datos de interés..) No es valorable puesto que se trató de una actividad puntual para el desarrollo de un tema del temario.


**Bloque 5: Toxinas.**  
16:45.- Fitotoxinas del hongo *Botrytis cynerea*.  
Juan Alberto Montaña Ibáñez y José Manuel Castro Rosa.  
17:00.- Alcaloides de defensa en los artrópodos.  
Belén García Vázquez.  
17:15.- Alcaloides de la cicuta (*Conium maculatum*). José Manuel Botubol Ares y Alberto de la Luz Parra.  
17:30.- Venenos de la serpiente de cascabel.  
Vanessa Lobo González y M<sup>a</sup> Pilar López González.

**Profesores participantes:**  
Dr. D. Francisco A. Macías Domínguez, Decano de la Facultad de Ciencias.  
Dra. Dña. Joanne Romagní, Profesora Titular de Biología y Bioquímica de la Universidad St. Thomas, Houston.  
Departamento de Química Orgánica  
Dr. D. Isidro González Collado.  
Dr. Ascensión Torres Martínez.  
Dr. D. Francisco M. Guerra Martínez.  
Dr. D. José M. González Molinillo.  
Dr. D. Antonio José Macías Sánchez.  
Dr. D. Zacarías Jorge Estévez.  
Dra. Dña. Rosa M. Varela Montoya.  
Dr. D. José Manuel Igartuburu Chinchilla.  
Dr. D. Juan Carlos García Galindo.  
Departamento de Química Analítica  
Dra. Dña. María de Valme García Moreno.  
Departamento de Química Física.  
Dra. Dña. María Jesús Mosquera Díez.  
Dra. Dña. Almoraima Gil.

**Química  
Orgánica  
Ecológica**

**2º Workshop de  
QOE**

**Curso 2006-2007**



**Ldo. Química  
23-25 - Mayo - 2006**

**Programa:**

**Miércoles 23:**  
Exposición de paneles en el pasillo principal de la Facultad de Ciencias. Duración: hasta el Viernes 25.

**Jueves 24:**  
16:00 a 19:00: colocación de pósters y comprobación de las comunicaciones orales.

**Viernes 25:**  
Bloque 1: Compuestos de defensa en las plantas.  
9:30.- Sinigrina: avances y descubrimientos sobre su papel ecológico. Patricia Guerrero González y Noelia Rama Arenal.  
9:45.- Disuasores de la alimentación del árbol del neem (*Azadirachta indica*). Ismael Cabeza Sánchez y Juan Miguel Calle Carrillo.  
10:00.- Fuentes de aislamiento de juvabiona y compuestos relacionados: juvocimeno y juvodeceno. Papel ecológico. Diana Gaona Soto y Guadalupe Guindo Molina.  
10:15.- Piretrinas como insecticidas. Celia Castañeda Río y Esperanza del Mar Pulido Macías.  
10:30.- Fitoalexinas en las habas. Ramón Marín Alba y José Manuel Peláez Peláez.  
Bloque 2: Alelopatía  
10:45.- Arbol del cielo ¿Amigo o enemigo? M<sup>a</sup> Carmen Espinosa García  
11:00.- Café – Pausa. Discusión de Posters.

11:30.- Inductores de la germinación en los géneros *Striga* y *Orobancha*. Israel Martínez Carro y Antonio Laheza Cerpa.  
11:45.- Sorgoleona: herbicida natural. Víctor Lucero Helices y Jorge Sanz Gómez.  
Bloque 3: Feromonas  
12:00.- Feromonas sexuales en la especie humana. Francisco Javier Astray Gandara y Carmen María Gallego Benitez.  
12:15.- Feromonas humanas en el sudor. Marina Barroso de Alba y M<sup>a</sup> Carmen Domínguez Fernández.  
12:30.- Conferencia a cargo de la Dra. Joanne Romagní, de la Universidad St. Thomas de Houston, Texas.  
"Lichen Secondary metabolites: Diversity in the Ecosystem."  
14:00 – Pausa.  
15:30.- Glándulas mandibulares de las abejas: feromonas. Alicia Gomar Ariza y Cristina Nieto Alba.  
15:45.- Composición de las secreciones anales de los lagartos. Papel Ecológico. Ana López López y M<sup>a</sup> Carmen Guisado García.  
Bloque 4: Ecosistemas acuáticos.  
16:00.- Impacto ecológico de los dinoflagelados. Lourdes Benitez Junquera.  
16:15.- Toxinas aisladas de dinoflagelados. Natalia Mejías Casto y Juan José Sánchez Gil.  
16:30.- Compuestos de defensa en corales. Nazaret Sotomayor Trigo y Lidia Marengo Gautier.

No es posible hacer una valoración en cuanto a mejora en porcentaje de aprobados o

01/03/2009

calificaciones. Sí que es sintomático que en contra de la opinión del profesor, los alumnos valoraron muy positivamente la experiencia.

Si puedes disponer de alguno de estos datos te agradeceremos que tuvieras la amabilidad de enviarnos los que consideres más relevantes.

Como dato diferencial, la asignatura es una optativa con un alto grado de participación en la que los alumnos, además, han de realizar un workshop de dos días de duración con presentaciones, una mesa-presidencia con profesores, conferencias invitadas y en la que han de defender un tema tanto frente a los profesores como a las preguntas de los compañeros (os adjunto tríptico del año pasado). En el caso particular de la actividad de aprendizaje cooperativo mediante la técnica puzzle el material que manejan es todo en inglés.

#### UTILIZACIÓN DE PLATAFORMAS: UNA AYUDA PARA LA EVALUACIÓN

En este caso se recoge la experiencia de la UNED que, al ser una universidad no presencial, imparte su docencia en unas condiciones singulares.

Datos de la actividad

**Universidad:** Universidad Nacional de Educación a Distancia

**Titulación:** Licenciatura de Ciencias Químicas

**Asignatura:** Ampliación de Química Analítica

**Créditos:** Plan antiguo

**Semestre de impartición:** Anual, es una asignatura anual, que podría corresponder con 10 créditos

**Nº de grupos de la misma asignatura:** No hay grupos

**Nº de grupos que participan en la actividad:**

**Nº de estudiantes matriculados en la asignatura:**  
54

**Nº de estudiantes que han participado en la actividad:** 17 (iniciaron la actividad 20)

**Curso en que se inició la actividad 2006-2007** El proyecto se llevó a cabo únicamente en el segundo semestre

**Nos sería muy útil conocer resultados relativos a los aspectos siguientes:**

grado de satisfacción de los estudiantes 100%

grado de satisfacción de los profesores

Respecto a los resultados obtenidos 100%

Respecto a la implicación de los responsables académicos y medios 10%

Los resultados obtenidos han satisfecho todas nuestras expectativas pero es evidente que ha aumentado considerablemente el volumen de trabajo (8000 entradas en el foro de 17 alumnos, preparación de audioclases, resúmenes, pruebas de evaluación no presenciales, autoevaluaciones, materiales adicionales, etc). La labor docente asignada para dos profesores en este proyecto ha sido acompañada por otros 3 profesores, además de un tutor en el Centro Asociado de Valdepeñas, de otra forma no habría sido posible conseguir los objetivos.

La utilización de una plataforma virtual (aLF) donde el alumno encuentra una guía didáctica, orientaciones de estudio, resúmenes y documentación complementaria, así como una agenda con una planificación del trabajo que tiene que hacer, ha significado una ayuda inestimable para el desarrollo de



actividades de aprendizaje. Además, esta plataforma cuenta con diferentes foros de comunicación con los profesores y alumnos, diferenciados por temas a tratar.

Se ha utilizado en la asignatura Ampliación de Química Analítica, aunque obviamente el sistema se puede utilizar en cualquier otra área de interés. Se han colgado archivos de video-audio que ofrecen orientaciones sobre el estudio de los diferentes temas. El proceso de evaluación continuada que se ha utilizado tiene en cuenta tanto las aptitudes como las habilidades de los estudiantes en la participación de las actividades y en la resolución de los problemas planteados.

El seguimiento es individualizado, mediante un portafolio donde se recopilan todas las actividades desarrolladas, es decir, no sólo todos los trabajos que el estudiante realiza para adquirir las competencias de la asignatura, sino también los objetivos alcanzados, las autoevaluaciones, las estrategias aplicadas y los análisis sobre las experiencias de aprendizaje.

Los resultados obtenidos con la experiencia muestran, en general, un balance positivo y se observa una mejora sustancial del rendimiento, ya que los alumnos estudian más y obtienen mejores calificaciones; de todas maneras, todavía hay algunos aspectos que hay que acabar de optimizar.

## EJERCICIO PARA EL AUTOAPRENDIZAJE Y LA TOMA DE DECISIONES EN LA MODALIDAD DE TRABAJO EN GRUPO

A continuación se muestra el diseño y la puesta en práctica de un modelo de evaluación para la competencia transversal: "Autoaprendizaje y toma de decisiones en la modalidad de trabajo en grupo" realizada por profesores de la Universidad de Burgos y que se aplica en un escenario concreto: alumnos de último año de la Licenciatura de Química, en las asignaturas de Experimentación en Química Física y Experimentación en Química Analítica y en dos prácticas:

- "Estudio del equilibrio de formación del tiocianato de hierro III" y
- "Control sistemático del pH, la conductividad y los cloruros del agua de suministro público, mediante una carta de control multivariante".

Los alumnos han de realizar un trabajo en colaboración, con múltiples herramientas de evaluación:

- memoria escrita,
- presentación oral,
- autoevaluación,
- encuesta individual y
- tutorías.

### DATOS

Universidad: BURGOS

Titulación: CIENCIAS QUÍMICAS

Asignatura: EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA FÍSICA

Créditos: 6

Semestre de impartición: SEGUNDO

Nº de grupos de la misma asignatura: 1

Nº de grupos que participan en la actividad: 1

Nº de estudiantes matriculados en la asignatura:  
15

Nº de estudiantes que han participado en la actividad: 4

Curso en que se inició la actividad: 2006-2007

Nos sería muy útil conocer resultados relativos a los aspectos siguientes:

grado de satisfacción de los estudiantes 1,5  
(ESCALA DE 0 A 3)

grado de satisfacción de los profesores 1  
(ESCALA DE 0 A 3)

mejora del rendimiento de los estudiantes,  
(porcentaje de presentados, porcentaje de  
aprobados, mejora de las calificaciones, otros  
datos de interés..) PRESENTADOS 100%, APROBADOS  
100%

## METODOLOGÍA PARA LA SUSTITUCIÓN DE LAS CLASES EXPOSITIVAS

La metodología que se expone a continuación se aplica a la asignatura de Química Organometálica. Se incorporan nuevos elementos de aprendizaje con el fin de modificar el enfoque tradicional de la enseñanza y convertir al estudiante en el sujeto activo del proceso.

La metodología utilizada prevé la sustitución parcial de las clases expositivas por

- . Conferencias impartidas por investigadores o docentes, relacionadas con los temas del programa.
- . Presentación de resultados de interés actual en el ámbito de la investigación o la sociedad.
- . Temas específicos del programa, que pueden ser generales, de interés científico actual, de impacto industrial o social, etc., desarrollados por los alumnos.
- . Resolución de cuestiones y problemas suscitados en los temas del programa.

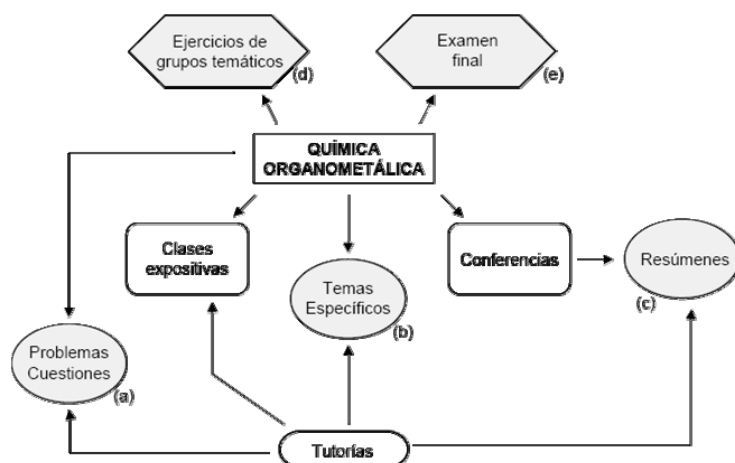
También se destaca el fomento del sistema de tutorías a efectos de orientar en el estudio de la asignatura y en la consecución de los resultados solicitados en problemas y cuestiones.

Todo esto se complementa con la utilización de la herramienta del campus virtual, que permite que los alumnos dispongan de la información necesaria de los diferentes temas con suficiente antelación

En la siguiente figura se representan esquemáticamente las diferentes actividades desarrolladas

Los aspectos designados como a-c repercuten sobre la evaluación, mediante calificaciones parciales que complementen los resultados obtenidos en los diferentes ejercicios de evaluación que se realizan para el control de conocimientos de grupos temáticos. También se hace un examen final, que constituye un porcentaje adicional de la calificación final.

La experiencia se ha valorado teniendo en cuenta los datos obtenidos a



partir de encuestas i de los resultados que han obtenido los alumnos.

El análisis global indica que los resultados han sido positivos, ja que se ha detectado una mayor efectividad i calidad en el conocimiento adquirido por un porcentaje de estudiantes más elevado:

Aprendizaje más perdurable y consistente: 81%

Mayor participación en la asignatura: 87%

Oportunidad de responsabilidad: 76%

Mayor conocimiento adquirido: 78%

#### DATOS

Universidad: COMPLUTENSE DE MADRID

Titulación: QUÍMICA

Asignatura: QUÍMICA ORGANOMETÁLICA

Créditos: 4,5

Semestre de impartición: PRIMER SEMESTRE

Nº de grupos de la misma asignatura: 1

Nº de grupos que participan en la actividad (Grupo Piloto adaptado al EEES): 1

Nº de estudiantes matriculados en la asignatura: 57

Nº de estudiantes que han participado en la actividad: 46

Curso en que se inició la actividad: 2006-07

Nos sería muy útil conocer resultados relativos a los aspectos siguientes:

grado de satisfacción de los estudiantes: 68% consideran positiva o aceptable la actividad

grado de satisfacción de los profesores: muy buena

mejora del rendimiento de los estudiantes, (porcentaje de presentados, porcentaje de aprobados, mejora de las calificaciones, otros datos de interés..):

Curso 2006-07:

Alumnos que han participado en las actividades requeridas del Grupo Piloto: 46

- 93,5% presentados (convocatoria de Febrero)  
(7% M.H., 19% SOB, 33% NT, 36% AP, 5% SS)
- 6,5% no presentados

Alumnos que no han participado en las actividades: 11

- 45.5% presentados (convocatoria de Febrero)  
(80% AP, 20% SS)
- 55,5% no presentados

Curso 2005-06 (no curso piloto):

- 47.1% presentados (convocatoria de Febrero)  
(25% SOB, 25% NT, 42% AP, 8% SS)
- 52.9% no presentados

Comparativa aprobados respecto a no presentados y suspensos en los últimos cursos:

2002-03: 12 aprobados, 17 no presentados y suspensos

2003-04: 17 aprobados, 29 no presentados y suspensos  
 2004-05: 27 aprobados, 31 no presentados y suspensos  
 2005-06: 22 aprobados, 29 no presentados y suspensos  
 2006-07: 45 aprobados, 12 no presentados y suspensos

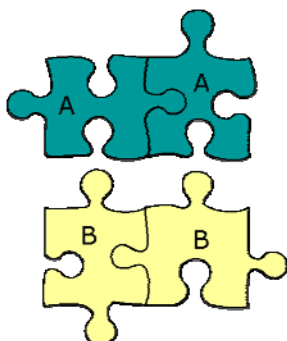
Valoración de los alumnos realizada a través de una encuesta (curso 2006-07) (valoración por encima de la media)

- Aprendizaje más perdurable y consistente: 81%
- Mayor participación en la asignatura: 87%
- Oportunidad de responsabilidad: 76%
- Mayor conocimiento alcanzado: 78%

**APRENDIZAJE COOPERATIVO : TÉCNICA DEL PUZZLE**

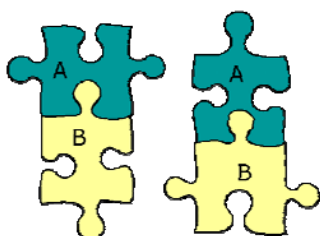
El método del puzzle debe encuadrarse dentro de los métodos de enseñanza-aprendizaje mutuo o en colaboración (EAM), que pretenden ayudar a los estudiantes a buscar estrategias adecuadas de colaboración y, por lo tanto, estimular que unos aprendan de los otros, de forma que los rendimientos promuevan un beneficio no al individuo sino al conjunto de los miembros.

En esta metodología es básico negociar y establecer las reglas de funcionamiento; en este punto se comentan las de puzzle de parejas o de grupos.

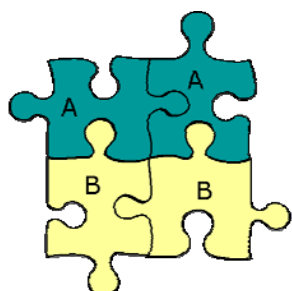


El método puzzle de parejas consta de tres fases:

1. - Formación de grupos de cuatro personas, en los que cada pareja se encarga de la mitad del tema a tratar. Esto implica que tienen que trabajarlo en profundidad hasta comprenderlo y ser capaces de explicarlo a otro.



2. - Mediación: cada uno enseña su conocimiento experto al otro. Todo el mundo tiene la responsabilidad de transmitir su conocimiento a los demás.



3. - Elaboración. Todos acaban siendo expertos en todo el tema que tenían que trabajar. Finalmente, todos juntos pueden construir un conocimiento sólido de toda la materia.

La metodología se puede extender a grupos mayores. Por ejemplo, un material del curso se divide en  $n$  partes y los estudiantes se distribuyen en  $n$  grupos de  $n$  estudiantes. Cada grupo trabaja un tema a fondo. Después se forman  $n$  grupos diferentes al azar, pero de manera que en todos haya un alumno especialista en cada uno de los temas. A continuación se reparten los temas en los nuevos grupos de forma aleatoria y, finalmente, cada grupo ha de explicar el tema que le ha correspondido a todos los otros compañeros mediante una presentación oral donde deben intervenir todos los miembros del grupo.

Esta técnica se puede aplicar de diferentes maneras, como:

1. Profundización de conocimientos teóricos en el ámbito de una clase teórica.
2. Adquisición de conocimientos prácticos como, por ejemplo, la aplicación de recursos informáticos para la solución de problemas químicos.
3. Evaluación de conocimientos, ya sean autoevaluaciones o evaluaciones después de finalizar cada bloque temático.

El profesorado implicado concluyó que esta experiencia presenta una gran flexibilidad y que es fácilmente asimilada por los estudiantes, así como que fomenta el trabajo en equipo, la capacidad de liderazgo y la toma de decisiones.

Hay que destacar que, con esta técnica, el estudiante puede desarrollar competencias como la expresión oral y escrita, el uso de herramientas informáticas básicas o la busca a través de la red, entre otros.

#### CREACIÓN DE MATERIALES COMPLEMENTARIOS POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES

Otro aspecto que algunos compañeros han planteado ha sido la creación de materiales por parte de los mismos estudiantes. La elaboración de carteles, trípticos o presentaciones es un buen complemento para hacer que el alumno muestre sus competencias en cuanto a la capacidad de síntesis y de creatividad.

Estas actividades, obviamente, requieren en primer lugar un buen conocimiento de los contenidos del tema a tratar y de cuáles son los puntos más importantes, que no sólo no se pueden olvidar sino que tienen que quedar explícitos; es por eso que se pueden utilizar con éxito como actividades dirigidas para un tema, un bloque temático o, incluso, una asignatura entera. Un trabajo convenientemente sintetizado tiene la ventaja de ser fácil de corregir para el profesor, pero difícil de hacer y de copiar. Hay que decir que en muchas de las experiencias que han utilizado alguno de estos sistemas se ha detectado una gran carga creativa por parte de los estudiantes, con el resultado de trabajos muy bien hechos y estructurados,

incluso por parte de alumnos de primer curso, como en el caso de la Facultad de Química de la Universidad de Valencia. La conclusión es, por lo tanto, muy clara: cualquier estudiante convenientemente dirigido es capaz de realizar satisfactoriamente este tipo de actividades y no hay que esperar a que esté finalizando sus estudios para empezar a hacerlas y más si se tiene en cuenta que son muy motivadoras, tanto para el profesorado como para el alumnado implicado.



## DESARROLLO DE MATERIALES DE APOYO

Las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación permiten promover y favorecer el proceso de autoaprendizaje del estudiante, ya que facilitan la creación de herramientas que pueden ser utilizadas tanto para la evaluación como para la autoevaluación, hacen más activo y personalizado el proceso de aprendizaje y resaltan su carácter prioritario.

Hasta hace poco tiempo, el único recurso del estudiante para obtener información-formación era el binomio profesor-libro, pero ahora el abanico de posibilidades ha crecido considerablemente. Actualmente, internet permite acceder fácilmente y con total libertad a una gran cantidad de información y de recursos, a menudo elaborados por profesionales competentes, aunque con el notorio inconveniente de que, al contrario de lo que, en principio, pasa con los libros o las revistas, los contenidos no siempre han sido debidamente contrastados o filtrados y, desgraciadamente, no siempre es sencillo distinguir el grano de la paja.

El diseño y la elaboración de materiales docentes por parte del profesorado pretende facilitar el acceso a información seleccionada y revisada de aspectos relacionados con las materias que imparten. En este sentido, el grupo de Innovación docente consolidado "Estructura, propiedades y procesado de Materiales (e-PPM)" de la Universidad de Barcelona inició el año 2003 una serie de actividades dirigidas a facilitar al estudiante su proceso de autoaprendizaje y que al mismo tiempo pudieran ser utilizadas como sistemas de autoevaluación y de evaluación.

Con estos objetivos se diseñó el programa MICROMET como una aplicación web para el autoaprendizaje de aleaciones para que el estudiante pueda relacionar la microestructura de un material con sus propiedades y posteriormente se completó con programas equivalentes para otros tipos de materiales, como los cerámicos (PROCER) o los polímeros (POLIMATE). Estas aplicaciones van acompañadas por el programa de autoevaluación AUTOMATE, que dispone de 25 cuestiones, con respuesta multiopción y con dificultad creciente, para cada uno de los temas y que, en función de los aciertos, otorga una puntuación al estudiante que lo utiliza.

En la actualidad este grupo está elaborando un programa interactivo, DEI-web, para la asignatura de Diseño de Equipos e Instalaciones, donde se pretende que el estudiante escoja el material más adecuado para un determinado elemento en función de una serie de requisitos, como la utilidad en servicio, el coste, el peso, etc.

A continuación se recogen los resultados del uso de esta herramienta durante los últimos cursos

## DATOS

Universidad: UB

Titulación: Química

Asignatura: Ciencia de Materiales

Créditos: 7,5

Semestre de impartición: 2º mañanas

Nº de grupos de la misma asignatura: 3

Nº de grupos que participan en la actividad: 1

Nº de estudiantes matriculados en la asignatura: 61

Nº de estudiantes que han participado en la actividad: 35

Curso en que se inició la actividad 2005-2006

**Ciencia de Materiales**

**Curso 2005-2006**

**2º cuatrimestre**

**Alumnos matriculados 61**

**(mañanas)**

**Opciones:**

**Opción A :** Examen (80%) + Laboratorios (10%) + Ejercicios (10%)

**Opción B:** [Examen (80%) + Laboratorios (10%) + Ejercicios (10%)] x

**Coefficiente**

$C = (1,0- 1,2)$

## Trabajo bibliográfico durante el curso

Etapa

1

**Formar un grupo de 3 - 4**

**Escoger uno de los temas propuestos por el**

profesor

2

**Preparar el tema a nivel elemental para hacer un**

INDICE

**Reunión conjunta con el profesor para evaluar el trabajo preliminar i distribución de trabajo específico entre los estudiantes del grupo**

3

**Preparar el tema específico individualmente**

**Reunión individual con el profesor para evaluar el trabajo específico**

4

**Preparar el tema conjunto**

**Reunión conjunta con el profesor para evaluar el trabajo conjunto**

5

**presentar en el aula**

**Preparación del power point o similar para**

**Presentación y evaluación por parte de los compañeros\* y del profesor**

---

**\* La evaluación de los compañeros según plantilla diseñada por el profesor**

Nos sería muy útil conocer resultados relativos a los aspectos siguientes:  
 grado de satisfacción de los estudiantes

**Evaluación de la opción B**

**Curso 2005-06**

**Sobre la opción**

Crees que al haber elegido la opción B:

- a- ha mejorado tu seguimiento de la asignatura?
- b- ha mejorado tu rendimiento de la asignatura
- c- ha mejorado tu interés por la asignatura?
- d- te ha restado tiempo para estudiar la asignatura?
- e- te ha restado tiempo de dedicación a otras asignaturas?
- f- ha sido una opción positiva para ti?

	Mucho	Bastante	Poco	Nada
a- ha mejorado tu seguimiento de la asignatura?	1	3	2	0
b- ha mejorado tu rendimiento de la asignatura	1	5	0	0
c- ha mejorado tu interés por la asignatura?	1	4	1	
d- te ha restado tiempo para estudiar la asignatura?	0	0	5	1
e- te ha restado tiempo de dedicación a otras asignaturas?		3	3	
f- ha sido una opción positiva para ti?	4	2	0	0

**Sobre el tiempo de dedicación**

En cuanto estimas el tiempo dedicado a la opción B

- a- En el trabajo del dossier individual?
- b- En el trabajo del dossier en grupo?
- c- En preparar la presentación?
- d- En preparar la exposición?
- e- Por parte del profesor?

	t < 2 horas	2 < t < 5 h	5 < t < 10 h	t > 10 horas
a- En el trabajo del dossier individual?		1	4	1
b- En el trabajo del dossier en grupo?		1	4	1
c- En preparar la presentación?		1	5	
d- En preparar la exposición?	3	3		
e- Por parte del profesor?	2	2		2

**Sobre la evaluación**

- a- Estás satisfecho de la evaluación obtenida?
- b- Crees positivo que participen los que no han escogido la opción B?
- c- Crees que el cuestionario de evaluación ha sido adecuado?
- d- Crees que la evaluación ha sido justa?
- e- Crees que te ha influido positivamente en la evaluación global del curso?

	Mucho	Bastante	Poco	Nada
a- Estás satisfecho de la evaluación obtenida?	3	2	1	0
b- Crees positivo que participen los que no han escogido la opción B?		5	1	0
c- Crees que el cuestionario de evaluación ha sido adecuado?	1	4	1	0
d- Crees que la evaluación ha sido justa?	1	3	2	0
e- Crees que te ha influido positivamente en la evaluación global del curso?	4	2		0

**En general**

- a- Crees que ha valido la pena el esfuerzo realizado?
- b- Volverías a escoger la opción B?

	si	no
a- Crees que ha valido la pena el esfuerzo realizado?	6	
b- Volverías a escoger la opción B?	6	

c- Recomendarías a un amigo la opción B?

6

grado de satisfacción de los profesores

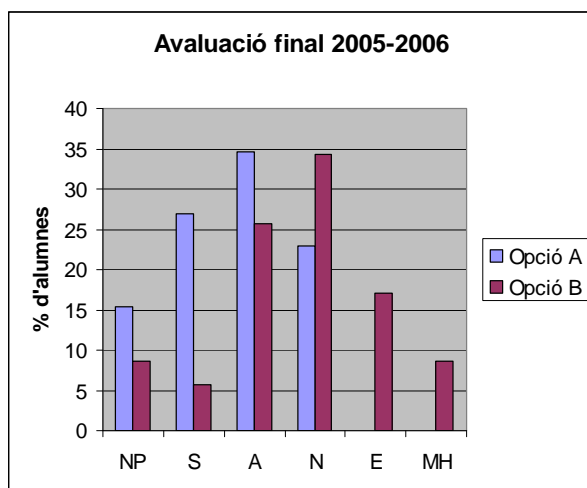
El profesor cree que ha sido una experiencia muy positiva, a pesar del aumento de trabajo que ha significado para él.

mejora del rendimiento de los estudiantes, (porcentaje de presentados, porcentaje de aprobados, mejora de las calificaciones, otros datos de interés..)

OPCIÓN A	P	S	A	N	E	MH
Nº alumnos: 26	4	7	9	6	0	0
%. 43	15,4	27	34,6	23	0	0

OPCIÓN B	P	S	A	N	E	MH
Nº alumnos: 35	3	2	9	12	6	3
%. 57	8,6	5,7	25,7	34,3	17,1	8,8

Distribución coeficientes	1,000-1,120	1,121-1,140	1,141-1,160	1,161-1,180	1,181-1,200
%	5,7	0	37	46	11,3



## DATOS

Universidad: UB

Titulación: Química

Asignatura: Ciencia de Materiales

01/03/2009

Créditos: 7,5

Semestre de impartición: 1º tarde

Nº de grupos de la misma asignatura: 3

Nº de grupos que participan en la actividad: 1

Nº de estudiantes matriculados en la asignatura:  
52+4

Nº de estudiantes que han participado en la actividad: 6

Curso en que se inició la actividad 2005-2006

**Ciencia de Materiales**

**Curso 2006-2007 1º cuatrimestre**

**Alumnos matriculados 52+ 4 (Tardes)**

**Asistencia regular a clase 26-30**

**Opciones:**

**Opción A : Examen (80%) + Laboratorios (10%) + Ejercicios (10%)**

**Opción B: [Examen (80%) + Laboratorios (10%) + Ejercicios (10%)] x**

**Coficiente**

**C =( 1,0- 1,2)**

### **Trabajo bibliográfico durante el curso**

Etapa

**1 Formar un grupo de 3 - 4  
Escoger uno de los temas propuestos por el**

**profesor**

**2 Preparar el tema a nivel elemental para hacer un**

**INDICE**

**Reunión conjunta con el profesor para evaluar el trabajo preliminar i distribución de trabajo específico entre los estudiantes del grupo**

**3 Preparar el tema específico individualmente  
Reunión individual con el profesor para evaluar el trabajo específico**

Distribución coeficientes	1,000-1,120	1,121-1,140	1,141-1,160	1,161-1,180	1,181-1,200
%	0	0	100	0	0

**4 Preparar el tema conjunto  
Reunión conjunta con el profesor para evaluar el trabajo conjunto**

**5 Preparación del power point o similar para presentar en el aula  
Presentación y evaluación por parte de los compañeros\* y del profesor**

---

**\* La evaluación de los compañeros según plantilla diseñada por el profesor**

Nos sería muy útil conocer resultados relativos a los aspectos siguientes:

grado de satisfacción de los estudiantes

Opinión de los estudiantes de la opción B (Grupo de tardes)

Ha sido una buena experiencia

Da demasiado trabajo, quizá hubiera sido mejor dedicar el tiempo a estudiar, he ido de cabeza

Creía que daría menos trabajo

Hacer el trabajo ayuda a profundizar

Ha sido provechoso. Ayuda a profundizar

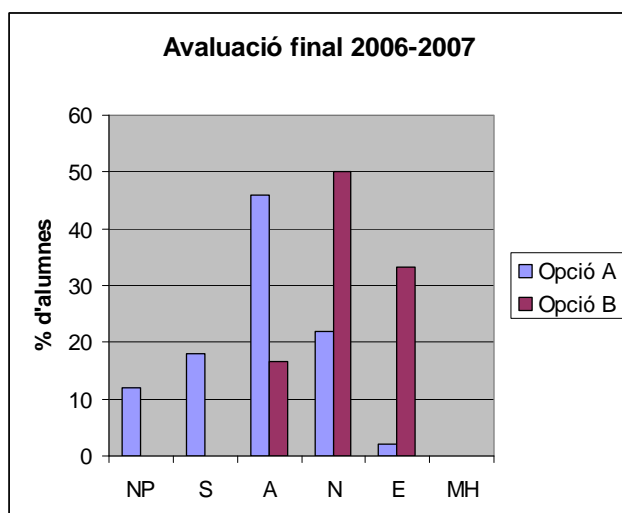
grado de satisfacción de los profesores

Los estudiantes de tarde optan menos por el trabajo opcional y el resultado no ha sido tan bueno como en experiencias anteriores.

mejora del rendimiento de los estudiantes, (porcentaje de presentados, porcentaje de aprobados, mejora de las calificaciones, otros datos de interés..)

OPCIÓN A	P	S	A	N	E	MH
Nº alumnos: 50	6	9	23	11	1	0
%, 89,3	12	18	46	22	2	0

OPCIÓN B	P	S	A	N	E	MH
Nº alumnes: 6	0	0	1	3	2	0
%, 10,7	0	0	16,7	50	33,3	0



Universidad:UB

Titulació: Ingeniería Química

Asignatura: Materiales

Créditos:6

Semestre de impartición:1º

Nº de grupos de la misma asignatura:1

Nº de grupos que participan en la actividad:1

Nº de estudiantes matriculados en la asignatura:44+1

Nº de estudiantes que han participado en la actividad:25

Curso en que se inició la actividad 2005-06

Actividad

**Materiales EQ**

**Curs0 2007-2008 1º cuatrimestre**

**Alumnos matriculados 44+ 1**

**Asistencia regular a clase 26-30**

**Opciones:**

**E. única** : Evaluación de síntesis (80%) + Evaluación Laboratorios\* (20%)

**E. continuada:** [Evaluación de síntesis (60%) + Evaluación Laboratorios\* (20%) + Ejercicios (10%) + Trabajo bibliográfico\*\*(10)]

\* Cuestionario sobre resultados experimentales obtenidos en el laboratorio

\*\* Trabajo bibliográfico durante el curso

*Etapa*

**1**

**Formar un grupo de 3 - 4**

**Escoger uno de los temas propuestos por el**

**profesor**

**2**

**Preparar el tema a nivel elemental para hacer un**

**INDICE**

01/03/2009

**Reunión conjunta con el profesor para evaluar el trabajo preliminar i distribución de trabajo específico entre los estudiantes del grupo**

**3 Preparar el tema específico individualmente  
Reunión individual con el profesor para evaluar el trabajo específico**

**4 Preparar el tema conjunto  
Reunión conjunta con el profesor para evaluar el trabajo conjunto**

**5 Preparación del power point o similar para presentar en el aula  
Presentación y evaluación por parte de los compañeros\* y del profesor**

---

**\* La evaluación de los compañeros según plantilla diseñada por el profesor**

**Nos sería muy útil conocer resultados relativos a los aspectos siguientes:**

grado de satisfacción de los estudiantes: se adjunta documento

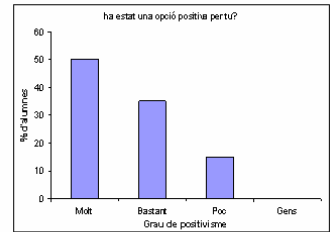
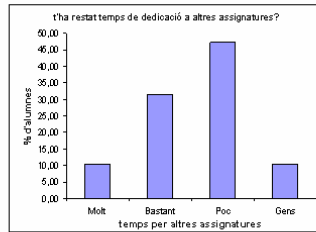
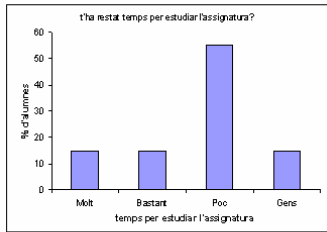
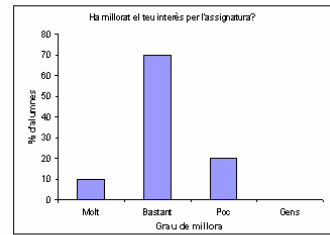
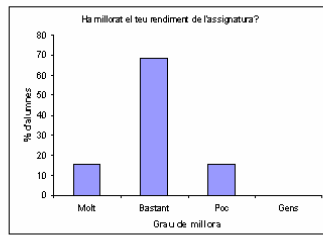
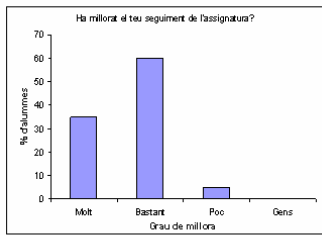
grado de satisfacción de los profesores: bueno mejora del rendimiento de los estudiantes, (porcentaje de presentados, porcentaje de aprobados, mejora de las calificaciones, otros datos de interés..): se adjunta documento

### **Evaluación continuada en Materiales (EQ) Curso 2007-08**

#### **a) Sobre la opción**

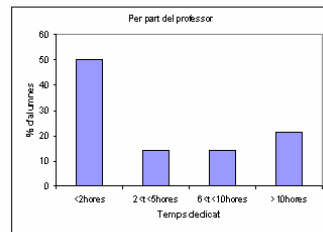
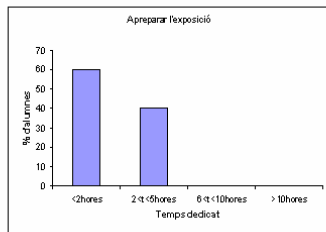
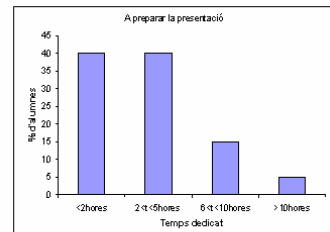
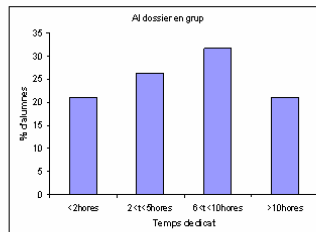
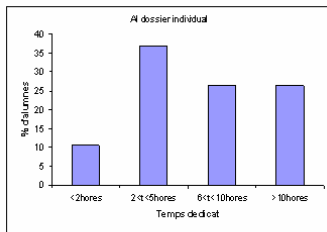
**Crees que la evaluación continuada:**



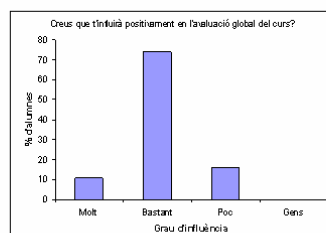
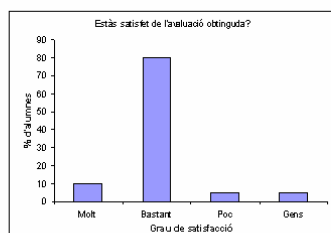
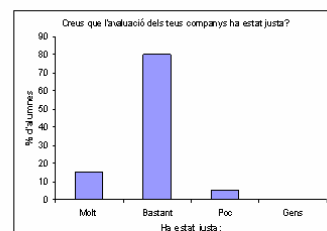
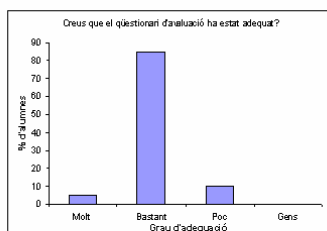
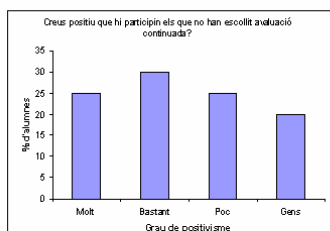


## b) Sobre el trabajo bibliográfico

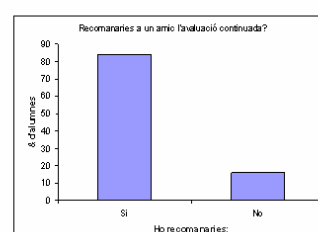
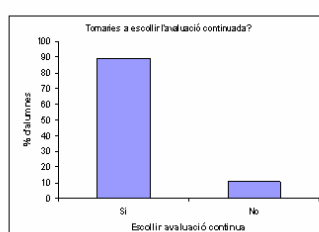
### Cuanto tiempo crees que has dedicado al trabajo



## Sobre la evaluación del trabajo bibliográfico



## En general



## Qué hubieras querido decir y no se te ha preguntado?

- Aplicativo AUTOMAT: reducir el nº de preguntas al menos un 50%!
- El hecho de la entrega de ejercicios es plenamente útil porque ayudan a entender el temario y son los que salen en el examen. Además, la opción de hacer un examen parcial a mitad del curso también la encontraría acertada para ver por dónde van los tiros y cómo se lleva la asignatura.
- Considero que el tipo y el volumen de trabajo que se piden son correctos, pero debería tener mayor peso o reducir materia para el examen final.
- A grandes rasgos ( y en parte es la razón de mi opinión positiva sobre la evaluación continuada), este tipo de evaluación es recomendable porque quita importancia al examen final y no por otra razón; no se aprende

mucho en las exposiciones de trabajo y el tiempo invertido es demasiado elevado para que sólo valga un 10%.

## PROFESORES QUE HAN APORTADO INICIATIVAS I DATOS

Algunas de las iniciativas recogidas han sido presentadas en los Congresos de Innovación Docente en Química INDOQUIM 07 y INDOQUIM 08, celebrados los años 2007 y 2008 en Vigo i Cádiz, respectivamente. Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los profesores y alumnos que han participado en ellos y, muy especialmente, a los que nos han enviado los datos que se muestran en este trabajo y han permitido su elaboración.

Montserrat Cruells Cadevall (UB)  
Maribel Rodríguez Cáceres (UEX)  
Rosa M<sup>a</sup> Garcicuño García (UNED)  
Alejandrina Gallego Pico (UNED)  
Rosa García-Lopera (UV)  
Marta Navarro Cuñado (Univ. de Burgos)  
Juan Carlos García Galindo (Univ de Cádiz)  
M. Cano (UCM)