



**SESIÓN A**



## Químicos en Empresa: no solo en el laboratorio

Herguedas Simón, D.<sup>(a)</sup> y López Mayorga, A.L.<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Responsable de Recursos Humanos ([david.herguedas@gadea.com](mailto:david.herguedas@gadea.com)), <sup>(b)</sup> Técnico de Garantía de Calidad ([angel.mayorga@gadea.com](mailto:angel.mayorga@gadea.com)). **Gadea Pharmaceutical Group**

**Palabras clave:** Adaptación, Iniciativa, Creatividad, Diferenciarse.

### Introducción

La imagen más habitual del químico en nuestra sociedad, y la orientación de los estudios universitarios, es la de profesional con bata blanca en un laboratorio, pero la realidad es diferente, y un químico desarrolla su carrera profesional en multitud de distintas responsabilidades en los más diversos sectores industriales. ¿Por qué esa polivalencia? Puede que tenga que ver la formación general en ciencias, pero creemos que el hecho diferencial es la capacidad para resolver problemas y la comprensión de los mismos, y en estos momentos, hacerlo de forma diferente, huyendo de dogmatismos, es lo que seguirá haciendo de los químicos **la titulación adaptativa por excelencia**, huyendo de la tendencia a la especialización de los nuevos planes.

Si estructuramos nuevamente las áreas en las que el químico puede desarrollar su trabajo en la empresa privada, nos encontramos con las siguientes: Investigación y Desarrollo, Fabricación y Calidad, Marketing y Ventas. Además, el conocimiento global de estas actividades, junto con una cierta “estructura mental”, habilita al químico para realizar tareas de Dirección y Coordinación. Cada una de estas áreas requerirá unas competencias diferentes que serán decisivas para conseguir un buen desempeño.

#### 1. Investigación y Desarrollo:

1.1. *Búsqueda científica, patentes y publicaciones: es el punto de partida, y el químico durante su formación ya habrá adquirido los fundamentos básicos de esta parte inicial e imprescindible de la investigación.*

1.2. *Capacidad para diseñar nuevas síntesis y productos: conocido el punto de partida, el químico se enfrenta al reto de crear algo nuevo o plantear alternativas en cualquiera de los aspectos del proceso.*

1.3. *Puntos críticos del proceso y seguridad del proceso: este estudio ha de realizarse desde el inicio, y teniendo en mente que el objetivo final será reproducir ese proceso que se a desarrollado en el laboratorio a gran escala, para que llegue al mayor numero de personas posibles. Saber controlar el proceso, y sobre todo, realizarlo de forma segura, han de ser objetivos desde el principio.*

Las competencias a valorar de forma principal en esta área son, la creatividad, la iniciativa y la orientación a resultados en todas ellas, porque no sirve de nada generar una gran idea sin llevarla a cabo, pero es fundamental *desarrollar ideas diferentes, "pensar fuera de la caja"*. El desarrollo del pensamiento lateral, como lo denomina Edward de Bono **[1-3]**, para resolver problemas, se convierte en algo fundamental.

#### 2. Fabricación y Calidad:

2.1. *Desarrollo de operaciones básicas a nivel industrial: las operaciones ya realizadas en el laboratorio, reacción, destilación, filtración, etc., realizadas ahora a gran escala.*

2.2. *Control de Calidad y Garantía de Calidad: análisis de las materias primas y los productos obtenidos, así como el control y la supervisión de todos los pasos del proceso sobre una base documental.*

2.3. *Gestión medioambiental: empleo de materiales y procesos responsables con el medioambiente, reducir o anular la posibilidad de contaminación, conocer los residuos o subproductos del proceso, su manipulación y tratamiento final forman parte del conocimiento global del proceso.*

2.4. *Seguridad, prevención y salud laboral: conoce los problemas de seguridad, toxicidad e incompatibilidad de materiales, los riesgos que pueden suponer para la salud y como evitarlos.*

Tradicionalmente, la estructura competencial es sensiblemente diferente, siendo fundamental el orden y la disciplina. Pero en estos momentos de cambio, la iniciativa y creatividad a la hora de mejorar los distintos sistemas y procesos, aportando soluciones que faciliten el trabajo y el coste de las organizaciones en general, es *diferencial*. Una forma de potenciar la toma de decisiones y la iniciativa, es primando a los alumnos que hayan generado, búsquedas, proyectos o soluciones distintas.

3. Marketing y Venta, porque...después de desempeñar cualquiera de los puestos técnicos comentados anteriormente...

3.1. *Conoce los productos y sus características: por su formación, puede vender mejor un producto, puesto que sus conocimientos van más allá de los datos de un catálogo o una tabla de propiedades.*

3.2. *Entiende las necesidades del cliente: un mayor conocimiento del producto o del proceso hace que se identifiquen claramente los requerimientos del cliente, por lo que se aumenta la efectividad y eficacia del trabajo.*

3.3. *Tiene capacidad para dar soporte técnico: por sus conocimientos, puede ayudar al cliente en sus problemas con mayor agilidad.*

Las habilidades de comunicación y de relación son críticas en este caso. Para ello sería fundamental la existencia de materias con exposiciones orales y públicas.

Además, en todos estos perfiles se precisan competencias generales, la adaptación al cambio, trabajo en equipo, automotivación y toma de decisiones, que sólo podrán facilitarse con una programación pedagógica adecuada.

Revolucionar la formación, en búsqueda de la creatividad diferencial, requiere incorporar los recursos necesarios para que nuestras universidades generen los titulados mejor preparados del mundo.

#### **Agradecimientos:**

A la Universidad de Granada y especialmente a Arantza Mendía Jalón

#### **Bibliografía:**

[1] 1<sup>st</sup> Law: "An idea can never make the best use for available information" (Because information trickles into the mind over a period of time the idea patterns set up cannot be as good as if all information arrived at once)

[2] 2<sup>nd</sup> Law: "Proof is often no more than lack of imagination in providing an alternative explanation" (If you cannot think a better explanation you are sure the one you have is right)

[3] Edward de Bono Practical thinking (1976), Lateral Thinking: A Textbook of Creativity (1970), The Mechanism of Mind (1969).Pelican Books.

## Desarrollo y evaluación de la competencia transversal pensamiento crítico

Domínguez Renedo, O.<sup>(a)</sup>; Aguilar Barriuso, J.<sup>(b)</sup>; Alonso Lomillo, M. A.<sup>(a)</sup>; García García, M. A.<sup>(a)</sup>; Arcos Martínez, M. J.<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Química, Universidad de Burgos, <sup>(b)</sup> Departamento de Matemáticas, Universidad de Burgos ([olgado@ubu.es](mailto:olgado@ubu.es))

**Palabras clave:** Competencias transversales, Pensamiento crítico

La educación durante toda la vida se presenta como la única forma de responder al reto del mundo actual, sujeto a múltiples cambios encaminados a la creación de la denominada sociedad del conocimiento. La misión de la Universidad en este nuevo contexto, es formar profesionales con una fuerte capacidad de aprendizaje que les permita desenvolverse con éxito en una sociedad en continuo avance y en la que los conocimientos quedan desfasados rápidamente. En este sentido, la nueva metodología de enseñanza promovida por la creación del EEES plantea la generación de un sistema de enseñanza-aprendizaje que potencie el desarrollo de diversas competencias y habilidades.

Entre las competencias que, sin duda, permitirán al alumno aprender por sí mismo y poder gestionar la sociedad del conocimiento se encuentra el pensamiento crítico. El desarrollo de esta competencia implicará que el alumno será capaz de ofrecer una perspectiva u opinión particular sobre un determinado asunto, hecho, situación o información que recibe. Además, el alumno podrá identificar puntos de vista diferentes y será capaz de posicionarse a partir de la elaboración de argumentos que lo sustenten [1].

En este trabajo se recogen las diferentes experiencias y resultados obtenidos en el desarrollo de esta competencia, así como en la evaluación de la misma, en la asignatura “Técnicas de Separación en Química Analítica” de la licenciatura de Química de la Universidad de Burgos.

Para poder llevar a cabo el desarrollo de la competencia en las diferentes materias se propusieron las siguientes actividades:

- Exposición de trabajos individuales
- Prácticas de laboratorio: exposición y debate.
- Análisis de materiales documentales (artículo divulgación científica)
- Actividades de autoevaluación y de evaluación de sus compañeros

En el proceso de desarrollo de una determinada competencia en el alumno no podemos olvidar la evaluación. Con el objetivo de evaluar la competencia pensamiento crítico se tomaron en consideración diferentes indicadores relacionados con la forma de enfrentarse a la información, los hechos o a las ideas; el modo de construir el propio juicio y el modo de manifestar las propias ideas, interaccionando con las de los demás.

Cada uno de estos indicadores fue evaluado utilizando rúbricas o plantillas de evaluación que permitieron realizar una evaluación integral y formativa.

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto concedido al “Grupo de Innovación Docente de la Universidad de Burgos de Enseñanza de Ciencias” por el Vicerrectorado de Profesorado de dicha universidad. El contrato de M.A. Alonso Lomillo es financiado por el

Ministerio de Ciencia e Innovación y el Fondo Social Europeo a través del programa Ramón y Cajal.

**Bibliografía:**

[1] A. Blanco (2009) Desarrollo y evaluación de competencias en Educación Superior. Narcea S.A. Ediciones. España

## Desarrollo de Competencias Transversales

López Bernabeu, S.<sup>(a)</sup>; Sánchez Rodríguez, C.<sup>(a)</sup>; Grané Teruel, N.<sup>(b)</sup>;  
Sánchez Romero, R.<sup>(b)</sup>; Todolí Torró, J.L.<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup>Alumno tutor de tercer curso de la Licenciatura en Química, <sup>(b)</sup> Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. ([slb16@alu.ua.es](mailto:slb16@alu.ua.es))

**Palabras clave:** Química, innovación, docente, actividad interdisciplinar, tutorización, alumno, red docente-discente, competencias transversales.

### Introducción

En el curso académico 2007/2008 se implantó en la licenciatura en química una actividad interdisciplinar (trabajo bibliográfico) que englobaba todas las asignaturas del primer curso de dicha titulación. Este trabajo bibliográfico consiste en la elaboración de un documento escrito y una presentación oral sobre un tema de interés socio-económico relacionado de forma directa con la química y los conceptos que el alumnado puede adquirir en las diferentes asignaturas involucradas.

Con la presente línea de actuación se pretende potenciar las siguientes competencias por parte del alumno: Trabajo en grupo; búsqueda bibliográfica; capacidad de síntesis y selección (sentido crítico) de información; comunicación escrita y oral así como organizativa; capacidad de relacionar un mismo aspecto con los diferentes puntos de vista aportados por las asignaturas participantes en el presente estudio; manejo de herramientas informáticas (tratamiento de texto, hoja de cálculo, presentaciones con ordenador). Como se puede apreciar todas estas competencias están contempladas en la lista de las que deben ser alcanzadas por un alumno del futuro Grado de Química.

### Sistemas de evaluación

Un aspecto clave del buen éxito del trabajo colaborativo e interdisciplinar lo constituye el proceso de evaluación. Este es un punto de interés y debate, puesto que condiciona en gran medida el grado de consecución de los objetivos en el marco del Grado en Química. Se puede indicar que se ha producido una notable evolución en el sistema de evaluación de competencias de la actividad interdisciplinar. Inicialmente el 10 % de la calificación final de cada asignatura fue reservada al trabajo interdisciplinar para cada asignatura. Se indicó que la calificación debía ser grupal y única teniendo en cuenta la labor del grupo de trabajo en todas las asignaturas estudiadas.

Fruto del trabajo realizado por una red mixta en la que participaron alumnos que ya habían completado la actividad interdisciplinar y profesores de primer curso de la Licenciatura en Química, se decidió hacer varias recomendaciones entre las que se puede destacar:

- *Aumentar el % de nota final del trabajo interdisciplinar.* Una opción que ayudaría a motivar la concepción de los alumnos sobre esta actividad docente sería aumentar el peso de este proyecto a la calificación final de cada una de las asignaturas involucradas.
- *Autoevaluación y co-evaluación.* La idea básica de estas estrategias es que los alumnos pueden ser colaboradores del profesor, en este caso, en las tareas de evaluación. Si los alumnos han de colaborar en la evaluación, las únicas dos opciones de las que disponemos son: evaluarse a sí mismos (autoevaluación) o evaluar a otros compañeros (co-evaluación). En concreto, en el caso de la *autoevaluación* se describen las virtudes que conviene tener presentes:

- Los alumnos van interiorizando los criterios de corrección que el profesor hace explícitos a través de las instrucciones para la autoevaluación. Esto permite a los alumnos ajustar cada vez más sus respuestas a lo que el profesor espera.
- Los alumnos desarrollan el hábito de la reflexión, y la identificación de los propios errores, cuestión fundamental cuando se trata de formar personas con capacidad para aprender de forma autónoma.

En el caso de la *co-evaluación*, además de las virtudes anteriores, podemos mencionar también las siguientes:

- Los alumnos se esfuerzan más, impulsados por la motivación de quedar bien ante los ojos de sus compañeros (este tipo de motivación suele ser superior a la de quedar bien ante los ojos del profesor).
- Los alumnos desarrollan el hábito de criticar de forma constructiva el trabajo realizado por compañeros con los que van a tener que continuar colaborando. Ésta es también una habilidad fundamental que se echa en falta con frecuencia en el mundo profesional.

### Realización de una rúbrica

Se define rúbrica como un “descriptor cualitativo” que establece la naturaleza de un desempeño. Una rúbrica es una matriz de valoración que facilita la calificación del desempeño de los estudiantes, en áreas que son complejas, imprecisas y subjetivas, a través de un conjunto de criterios graduados que permiten valorar el aprendizaje, los conocimientos y/o competencias logradas por el estudiante. Se diseñan para realizar una evaluación objetiva y consistente de actividades como trabajos, presentaciones o reportes escritos. Muestra a los estudiantes los diferentes niveles de logro que pueden alcanzar en un trabajo, proporcionando los aspectos que deben cumplir para alcanzar niveles altos de calificación. A continuación, mostramos un ejemplo de rúbrica para una presentación oral.

	Excelente	Cumplió Bien	Cumplió
Preparación	Buen proceso de preparación, muestra profundidad en el desarrollo del tema.	Cumplido en la presentación de los resúmenes aprovecha el tiempo para aclaraciones.	Presenta el resumen y la actividad planeada sucintamente.
Sustentación Teórica	Domina el tema propuesto, logra conectarlo y explicarlo en sus diferentes aspectos. La evaluación logra analizar el tema.	Logra explicar el tema relacionando los diferentes aspectos de éste. La evaluación tiene en cuenta los diversos aspectos presentados.	Conoce el tema superficialmente, logra explicar los puntos planteados. La actividad de evaluación es poco adecuada.
Manejo de la Discusión	Bien liderada, suscita controversia y participación.	Es Organizada, puede contestar los diferentes interrogantes.	La dirige, no resalta los puntos más importantes no llega a conclusiones.
Participación	Pertinente. Activa, es fundamental para el buen desarrollo de cada uno de los temas.	Oportuna, aporta buenos elementos, presta atención a las distintas participaciones.	Está presente. Presta poca atención a las distintas participaciones.

En la presente comunicación se discutirán las ventajas de esta herramienta así como la forma en que se podría aplicar a un trabajo en el que participan varios alumnos y está relacionado con varios aspectos (asignaturas) de un curso englobado en el Grado de Química



## El docente punto clave en el aprendizaje del alumno. Como estudia el alumno depende de cómo pregunta el docente. Introducción de la evaluación formativa en Química Analítica

López Guerrero M. Mar

Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga ([mmlopez@uma.es](mailto:mmlopez@uma.es))

**Palabras clave:** Innovación, evaluación sumativa, evaluación formativa, exámenes.

### Los efectos no pretendidos de los exámenes

Con los exámenes convencionales pretendemos, en definitiva calificar y firmar unas actas, pero a la vez suceden otras. A los alumnos les llega una valiosa información, pero... *¿No les llega demasiado tarde?* Por qué no examinar *para informar a tiempo* sobre errores, sobre cómo hay que estudiar, etc., sin esperar al final? Porque la *información eficaz* para un *aprendizaje de calidad* les llega a los alumnos cuando ven los resultados de sus respuestas y ejercicios. Cualquier tipo de evaluación envía un mensaje eficaz a los alumnos sobre qué y sobre todo *cómo* deben estudiar y *además* les fuerza a una *autoevaluación*, les enfrenta con lo que saben y con lo que no saben y les orienta de manera muy eficaz en su estudio posterior. *El alumno, en vez de estudiar y aprender para examinarse, debería examinarse para aprender.*

### El poder condicionante de los exámenes en cómo estudia el alumno: los enfoques de aprendizaje

El que los alumnos estudien sobre todo de memoria y superficialmente no es un problema de los alumnos sino de los profesores; en definitiva el cómo estudia el alumno depende de cómo pregunta el profesor. Los *enfoques de aprendizaje* se han convertido en un tema central porque aunque se refieren directamente a *cómo estudian los alumnos*, se relacionan también directamente con los estilos de enseñanza, con el *cómo* de la evaluación, e incluso con la concepción que tiene el profesor de su propio rol en cuanto docente. Que *el examen esperado condiciona el cómo estudia el alumno* es probablemente lo más importante que se puede decir de la evaluación. Si no nos gusta cómo estudian nuestros alumnos, *la manera más rápida de cambiar el estilo de estudio de los alumnos es cambiar el sistema de evaluación*. El alumno estudia para aprobar la asignatura y de lo primero que procura enterarse es *cómo pregunta* o cómo examina el profesor.

### El valor destructivo de nuestros modos de evaluar

a) Un sistema de evaluación *inteligente* puede tener un valor *redentor*: clases mediocres o aburridas pueden convertirse en *eficaces* estimulando un aprendizaje de calidad y quedar compensadas por un sistema de evaluación imaginativo que lleve a los alumnos a un modo de estudiar serio y comprometido.

b) También puede suceder todo lo contrario, unas clases inspiradas y ricas de contenido, que gustan e incluso entusiasman a los alumnos, pueden perder eficacia con un sistema de evaluación rutinario que condiciona un estudio superficial: *si evaluamos mal, nuestros alumnos aprenderán mal aunque nuestra enseñanza sea supuestamente 'excelente'*.

## Para qué evaluamos: evaluación *sumativa* y evaluación *formativa*

Nuestro modo de evaluar a los alumnos en Educación Superior tiene tal impacto en el aprendizaje de los alumnos, que necesitamos repensar todo. Nuestros roles en cuanto profesor *deben cambiar radicalmente* de manera que podamos concentrar nuestro tiempo y energías más en la evaluación *formativa* y en proporcionar *feedback* a nuestros alumnos que en explicarles la materia, ya que los alumnos tienen fácil acceso a muchas fuentes de información. Las *finalidades* que puede tener la evaluación son: a) La *evaluación sumativa* cuya finalidad es *calificar* a los alumnos según el nivel que hayan alcanzado. Ésta es la práctica habitual, lo que nosotros mismos hemos vivido como alumnos: el examen señala *el final del proceso* o de una parte del proceso. Examinamos al final porque tenemos que calificar a nuestros alumnos. Naturalmente esta finalidad es legítima y necesaria; obligación nuestra es certificar el nivel de aprendizaje de nuestros alumnos; b) La *evaluación formativa* cuya finalidad no es en principio calificar sino *ayudar a aprender, condicionar un estudio inteligente y corregir errores a tiempo*. Esta evaluación *formativa* no es un punto final sino que está *integrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje*. A través de ella no se trata ahora de verificar resultados  *finales*, sino de *ayudar* al alumno en su tarea de estudiar y aprender. Buscamos el éxito del alumno, que es también *nuestro éxito profesional en cuanto docente*, y no el fracaso. Debe estar *integrada en el proceso de enseñanza y aprendizaje*, es decir, no limitarse a certificar con una nota un determinado nivel de aprendizaje. No va a haber *un momento*, sino todos los que sean necesarios y posibles; eso es lo que se quiere decir cuando se afirma que la evaluación *formativa* está *integrada* en el proceso de aprendizaje. La evaluación puede ser de hecho un excelente método de enseñanza, y tan importante como las explicaciones del profesor. *El aprendizaje depende del conocimiento de los resultados en un tiempo y en una situación en el que este conocimiento puede ser utilizado para corregir los propios errores. Así la evaluación formativa es el proceso utilizado por profesores y alumnos durante el período de enseñanza-aprendizaje que aporta la información necesaria (feedback) para ir ajustando el proceso de manera que los alumnos consigan los objetivos propuestos.*

El objetivo último de un profesor universitario no es examinar, sino hacer de sus alumnos buenos profesionales en el área de su competencia; de manera análoga se podría decir lo mismo de cualquier nivel educativo.

### La evaluación *formativa continua*

Cuando se habla de evaluación *continua* o de *evaluación integrada en el aprendizaje* está claro que no se quiere decir exámenes todos los días, pero sí con la suficiente frecuencia como para que sean *eficaces* en el aprendizaje, al menos por lo que se refiere a las modalidades más sencillas de evaluación *formativa*. Algunas *estrategias sencillas* de evaluación *formativa* son: *preguntas orales* a toda la clase, tests objetivos muy breves (*quizzes*), preguntas abiertas de respuesta muy breve, los *'one minute paper'*, trabajos en *pequeños grupos* en la misma clase, uso de las posibilidades de las *tecnologías de la información y la comunicación*.

Los problemas que podemos encontrar en la evaluación *formativa* frecuente son 1) *Con nosotros mismos*, por el *trabajo extra* que puede suponer el *preparar* estas evaluaciones, y por el trabajo e incomodidad de la *corrección*, Quizás nos hacemos esta pregunta: *si pregunto 'todo' durante el curso ¿qué me queda para el examen de verdad?* 2). *Con los alumnos*, ya que es muy importante hacer conscientes a los alumnos de que la evaluación *formativa* es *una parte integral de su proceso de aprendizaje*. y 3). *Con otros profesores*. Un determinado porcentaje de fracasos (suspensos) es un indicador importante del nivel de exigencia. El profesor que no suspende al porcentaje *normal*, puede ser *mirado con sospecha*, unos mejores resultados (en notas) no se deben a que los alumnos saben más y han aprendido mejor, sino a que el profesor ... "baja el nivel de exigencia (la *eficacia docente* es juzgada como *benevolencia*, sin más)"...

## Coordinación transversal y autocrítica de la evaluación continua de competencias

Mendía Jalón, A.<sup>(a)</sup>; Ballesteros Castañeda, A.<sup>(b)</sup>; Blasco Sanz, A.<sup>(b)</sup>; Carbayo Martín, A.<sup>(a)</sup>; Espino Ordoñez, G.<sup>(a)</sup>; García García, F.C.<sup>(a)</sup>; García, J.M.<sup>(a)</sup>; Herranz Zorrilla, F.J.<sup>(b)</sup>; Muñoz Santamaría, M.A.<sup>(a)</sup>; Musso, F.<sup>(b)</sup>; de la Peña Albillos, J.L.<sup>(a)</sup>; Serna Arenas, F.<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Química, Universidad de Burgos, <sup>(b)</sup> Departamento de Física, Universidad de Burgos ([amendia@ubu.es](mailto:amendia@ubu.es))

**Palabras clave:** Innovación docente, evaluación continua, competencias, implantación de Grados y Másteres.

La evaluación de las competencias que van adquiriendo los estudiantes en su aprendizaje a lo largo de un corto período de tiempo –un semestre o a lo sumo dos- no es una tarea fácil ni entendida de igual manera por los profesores, que probablemente tenemos interiorizados diferentes modelos del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello diferentes docentes, aun en el mismo contexto de enseñanza y con los mismos estudiantes, en su intento por realizar un proceso continuo de evaluación diseñan con la ayuda de mil y una artimañas imaginativas una amplia gama tipológica de pruebas destinadas a que el estudiante demuestre, casi a diario, las competencias que se han establecido previa y oportunamente.

Entre estas competencias se encuentran tanto las específicas como las genéricas, y respecto a estas últimas hemos de tener en cuenta que no se adquieren en un único contexto, sino que son resultado de un trabajo interdisciplinar que puede llegar a comprender incluso el total del ciclo formativo y por lo tanto la totalidad de materias previstas. Así pues, es evidente que es preciso ir desarrollando una metodología de enseñanza-aprendizaje y de evaluación continua formativa que sea coordinada, horizontal y verticalmente, de tal manera que el trabajo tanto del profesor como del estudiante responda a una estructura clara, no reiterativa y -sobre todo- acorde a los objetivos de aprendizaje propuestos globalmente.

Con esta problemática en mente, doce profesores con responsabilidad de enseñanza en un amplio número de asignaturas -tanto del Grado en Química como del Máster en Química Avanzada de la Universidad de Burgos- han constituido un grupo de trabajo multidisciplinar, INDOFQM-Innovación Docente en Física, Química y Materiales. Uno de los objetivos del grupo es precisamente analizar autocríticamente e intentar mejorar las actuales propuestas de evaluación que realizan en las asignaturas de las que son responsables, con el fin de que sean más acordes tanto con los resultados de aprendizaje que se pretenden en cada una de ellas como con la adquisición de su amplio abanico de competencias, muchas de ellas comunes.

En esta contribución se presenta un resumen del trabajo de análisis realizado, que ha abarcado un conjunto de diecisiete asignaturas diferentes de Grado y Máster. En él se ha revisado la metodología de evaluación, analizando su coherencia con las competencias establecidas en todas ellas y con las diferentes modalidades de puesta en escena del proceso de enseñanza-aprendizaje, y relacionándolo además de con los resultados obtenidos por los estudiantes.

Del análisis del contenido de las guías docentes, que poseen idéntica estructura, se deriva que todas responden aparentemente a un modelo bastante similar de evaluación continua, entendido como la medida periódica de la evolución de un aprendizaje concreto. Además, formalmente, en todas ellas se considera que las competencias habrán sido satisfactoriamente adquiridas cuando el estudiante responda adecuadamente a algo más que a unas preguntas al finalizar el desarrollo de la asignatura.

Sin embargo, la variedad de las diferentes concepciones de evaluación continua quedan de manifiesto tras el análisis detallado de las diferentes actividades y pruebas que se han propuesto y realizado, así como de su cuantificación en una misma escala de referencia. Por ejemplo, conceptos de asistencia y participación se confunden, a pesar de que en sí mismos constituyen parte del sistema de evaluación para ciertas competencias concretas. En otros casos se constata que las pruebas que determinan la adquisición de unas determinadas competencias parece que no ayudan como debieran a su adquisición efectiva –evaluación formativa- o bien se detectan en ocasiones sobrecargas de actividades reiterativas que podrían aligerarse mucho mediante una buena coordinación. También se ha constatado que en algunos casos el modelo de evaluación propuesto no permite al estudiante demostrar adecuadamente la adquisición de ciertas competencias en la denominada segunda convocatoria, que en su formato actual plantea bastantes dificultades.

### **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido desarrollado en el marco de un Proyecto financiado dentro de la “Convocatoria de Ayudas a Proyectos de Innovación Educativa 2009/10” Universidad de Burgos-ACSUCyL-Banco de Santander

## Diseño de trabajo no presencial y evaluación continua en el área de Química Física

**Merchán Moreno, M. D.; Del Arco Vicente, M. A.**

*Dpto. de Química Física. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Salamanca.  
Plaza de la Merced, s/n 37008 Salamanca*

**Palabras clave:** Adaptación, Iniciativa, Creatividad, Diferenciarse.

### Introducción

Con la puesta en marcha de los grados adaptados al EEES, se hace imprescindible el diseño de actividades no presenciales, y la planificación de métodos de evaluación de dichas actividades. Con este cambio en la metodología docente se termina con la evaluación de estudiantes basada en una única prueba y se pasa a una evaluación de todo el trabajo realizado por el estudiante a lo largo de la asignatura. A pesar de las ventajas de la evaluación continua, una de las principales limitaciones se encuentra en la evaluación en grupos numerosos debido al elevado número de horas que el profesor debe dedicar a tareas de corrección.

En este trabajo se presenta el método de las Rúbricas [1-5] y la co-evaluación [6,7], y se analizan los resultados obtenidos de su aplicación a las asignaturas “Termodinámica y electroquímica” e “Introducción a la cinética” de la titulación de Ingeniero Químico y “Enlace químico y estructura de la materia” y “Química Física” de la licenciatura en Química.

### Metodología

El método implantado se basa en tres actividades diferentes, todas ellas apoyadas en la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's), para favorecer el dinamismo en la comunicación, así como para despertar el interés de los estudiantes:

- Clases presenciales de teoría y clases interactivas de resolución de problemas.
- Programa de Entregas y Rúbricas (PER) semanal, planteado como trabajo personal no presencial del estudiante
- Co-evaluación entre pares que cede al estudiante un papel asignado tradicionalmente al profesor, y que busca la implicación del estudiante en su proceso de aprendizaje.

El PER, consiste en resolver semanalmente, de forma voluntaria un problema propuesto por el profesor. A través de la plataforma digital el profesor publica el problema a resolver, junto con su Rúbrica de evaluación y se concede un plazo de una semana para entregarlo resuelto. Cada lunes, los estudiantes entregarán el problema resuelto y como portada la Rúbrica con el nombre del alumno evaluado. El profesor firmará los ejercicios como control, y lo distribuye al azar entre los estudiantes para que cada uno corrija la Entrega de otro compañero (evaluación entre iguales). Esa semana, se aprovecha una clase de problemas presencial para corregir el problema de la Entrega semanal. Los problemas planteados en las Entregas deben ser aquellos especialmente interesantes o significativos. Esta resolución tiene la ventaja de que el 90% de los estudiantes lo ha trabajado, y por tanto la discusión es mucho más fértil. La resolución del problema seleccionado para las Entregas se realizará con la colaboración de los estudiantes, que como han hecho la entrega podrán aportar y discutir tanto el procedimiento como los resultados. El jueves siguiente, los estudiantes deben entregar la Rúbrica rellena, firmada y con la calificación que le otorgan al compañero. La evaluación de la Entrega implica por un lado que el estudiante evaluador conoce las claves del problema, con lo que está reforzando su propio aprendizaje, y por

otro, está participando activa y responsablemente en el proceso de evaluación. Se ha constatado que esto incrementa su interés por la asignatura y motiva su aprendizaje. El profesor generará un archivo pdf con las calificaciones que colgará en la plataforma de la asignatura y abrirá un foro para las reclamaciones.

La calificación del PER supondrá el 15% de la calificación final. Teniendo en cuenta el diseño de las asignaturas citadas en el EEES, aún debemos progresar hasta un 30% de la calificación final, para el trabajo no presencial del estudiante. En los cursos académicos 2007-08, 2008-09 y 2009-10, el PER ha sido voluntario, por lo que los estudiantes que decidieron no participar, fueron calificados exclusivamente con el examen final.

## Resultados

El Programa de Entregas y Rúbricas, ha demostrado ser una herramienta muy útil de evaluación formativa y sumativa.

La co-evaluación (evaluación entre pares), ha resultado ser de gran interés, fundamentalmente porque ha fomentado la responsabilidad de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El nuevo papel de evaluador cedido al estudiante, ha sido asumido por éste de forma satisfactoria y responsable convirtiéndose en una parte relevante de la evaluación sumativa. Ha posibilitado una forma de evaluación continua muy completa que ahorra mucho tiempo de corrección al profesor. A su vez, ha incrementado la motivación e interés por las asignaturas, llevando implícito un proceso de formación que potencia su aprendizaje, lo cual ha contribuido a mejorar los resultados académicos en asignaturas tradicionalmente con un bajo número de aprobados.

Como punto débil, se detecta la dificultad de participación del profesor en las calificaciones otorgadas. Para resolver esta dificultad, se han utilizado bolígrafos digitalizadores que permitan hacer entregas digitales al profesor para contrastar al menos el 10% de las calificaciones de cada entrega.

## Bibliografía:

- [1] Conde, A.; Pozuelo, F. (2007), Las plantillas de evaluación (rúbrica) como instrumento para la evaluación. Un estudio de caso en el marco de la reforma de la enseñanza universitaria en el EEES, Investigación en la escuela, Vol(63): 77-90.
- [2] Mertler, C. A (2001), Designing scoring rubrics for your classroom. Practical Assessment, En: Research & Evaluation, 7(25). Retrieved April 10, 2008.  
from <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=25>
- [3] Moskal, B.M.; Leydens, J.A. (2000). Scoring rubric development: validity and reliability. Practical Assessment, Research & Evaluation, 7(10).
- [4] Goodrich, H. (1997). Understanding rubrics. Educational Leadership, 54(4) 14-17.
- [5] Goodrich, H. (2000). Using rubrics to promote thinking and learning. Educational Leadership, 57, 13-18.
- [6] López Pastor, V.M. (Coord.) (2009). Evaluación formativa y compartida en Educación Superior. Propuestas, técnicas, instrumentos y experiencias. Madrid: Narcea.
- [7] Ibarra, S. y Rodríguez, G. (2007). El trabajo colaborativo en las aulas universitarias: reflexiones desde la autoevaluación, Revista de Educación, 344, 355-375.

## Hardware y software libre en el laboratorio: Sobre la motivación y la evaluación

**Poce Fatou, J. A**

*Dpto. Química Física. Escuela Politécnica Superior de Algeciras. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz.  
([juanantonio.poce@uca.es](mailto:juanantonio.poce@uca.es))*

**Palabras clave:** *Arduino, conversor analógico digital, competencias instrumentales, evaluación, laboratorio.*

Arduino es un conversor analógico digital (A/D) de 10 bits que sirve, entre otras cosas, tanto para controlar equipos como para monitorizar los resultados que éstos generen. Existen diversidad de dispositivos como este en el mercado pero lo que lo distingue del resto es que Arduino se engloba bajo el concepto de hardware libre, esto es, como un dispositivo no sujeto al copyright de una marca y, en consecuencia, con una relación de coste y prestaciones muy ventajosas. Por ejemplo, mientras que una tarjeta comercial de 11 bits (de las más económicas) cuesta actualmente en torno a los 159 €, el precio de Arduino gira en torno a los 22 €.

Arduino se introdujo en nuestro ámbito de trabajo en la asignatura Experimentación en Química, impartida en primer curso de la titulación de Ingeniero Técnico Industrial especialidad en Química en la Escuela Politécnica Superior de Algeciras con motivo de un problema técnico real al que nos enfrentamos semanas antes del comienzo del curso.

El termostato de un baño de gran importancia para el desarrollo de las prácticas dejó de funcionar y necesitábamos una reparación rápida y eficaz. Partiendo de unos conceptos muy primarios sobre el uso de la tarjeta y usando la información ofrecida desde la página web (<http://www.arduino.cc/>) resolvimos el problema en las condiciones que necesitábamos.

Esto nos motivó a pensar en la utilidad práctica de esta tarjeta para resolver problemas reales en el ámbito del laboratorio y en el de la experimentación en química. Además, su empleo en la docencia de la asignatura viene avalado por su relación con las competencias recogidas en la ficha: Resolución de problemas, habilidades informáticas básicas, adquisición de conocimientos en inglés, trabajo en equipo, trabajo en equipo de carácter interdisciplinar, aprendizaje autónomo, capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica, adaptación a las nuevas situaciones, iniciativa y espíritu emprendedor.

En la sesión de presentación de la asignatura se realizó una exposición introductoria al concepto de conversor A/D, a sus aplicaciones y al soporte de software libre que puede encontrarse en la página web citada. Tras esto, se repartió una bolsa con material electrónico básico por cada tres estudiantes que contenía: 1 tarjeta Arduino, 1 transformador de corriente, 1 placa de conexiones, 1 cable USB, 1 potenciómetro de 10 k $\Omega$ , 1 led rojo, 1 termómetro digital LM35, 1 resistencia 120 k $\Omega$ , 1 resistencia 220  $\Omega$ , 3 rollos de cable eléctrico y un tutorial escrito por el profesor. Dispondrían de todo el curso para usar este equipo tanto en casa como en los ordenadores del laboratorio de la Escuela que poníamos a su disposición.

El objetivo de la tarea encomendada era resolver el problema del termostato averiado. Debían resolverlo desde un punto de vista electrónico, es decir, debían programar la tarjeta midiendo temperaturas reales y activando o desactivando un *led* que representaba la actividad de la resistencia eléctrica. Para resolver el problema en su totalidad, al material electrónico podríamos haber adjuntado material eléctrico, sin embargo, este no era necesario para verificar que el

algoritmo desarrollado era correcto y que la tarjeta se empleaba correctamente. Además, así evitábamos accidentes.

El algoritmo desarrollado para resolver el problema no contenía más de 20 líneas de código, en consecuencia, el esfuerzo realizado para sacarle rendimiento a esta tarjeta es muy pequeño.

A lo largo del curso se empleó la tarjeta para monitorizar y almacenar a la vez, las temperaturas de seis recintos diferentes (la tarjeta dispone de 6 entradas analógicas y 14 entradas/salidas digitales). También se realizaron esquemas para el diseño de un contador de gotas y para el de un inyector de fluidos de precisión, basado en el control de un motor paso a paso.

En el entorno de un laboratorio de química, no todo es Química y al que trabaja allí, cualquier conocimiento que le sea útil para resolver los problemas que le puedan surgir o para mejorar las metodologías y procedimientos con lo que ya cuenta, le será beneficioso, tanto en el ámbito investigador como en el ámbito docente.

La filosofía de Arduino, al igual que la de otras tarjetas comerciales va ligada a la conexión a un ordenador, sin embargo, Arduino ofrece algo más: la posibilidad de que, una vez programada se emplee de forma autónoma, es decir, sin conexión a un ordenador y con la única necesidad de estar alimentada eléctricamente con un potencial entre 5 y 12 voltios.

El software libre que la controla y su bajo coste ha potenciado que la página web, de carácter internacional, ofrezca un número creciente de aplicaciones de muy diferentes ámbitos y procedencias. El propio portal *youtube* contiene infinidad de videos donde usuarios de todas partes del mundo (profesores y estudiantes incluidos) muestran cómo usar la tarjeta, cómo realizar las conexiones electrónicas y eléctricas, cómo diseñar aplicaciones, etc. El hecho es que todo este ámbito de trabajo que rodea a la tarjeta la postula como una plataforma de colaboración entre universitarios de todo el mundo.

La experiencia se ofreció a los alumnos como una oportunidad para aprender sin la presión de una calificación. No estaban obligados a llevarla a cabo aunque sí se premiaría a quien la afrontase. Se realizó un gran esfuerzo por potenciar el interés y la motivación de los alumnos pero los resultados no fueron exitosos.

Tras una encuesta que realizaron los alumnos al finalizar la asignatura, la mayoría pensaba que “la entrega de material electrónico para trabajar en casa constituye un incentivo positivo para abordar el proyecto” y que “como futuro ingeniero técnico en química industrial le era útil estar formado en el uso de conversores A/D y en tarjetas de adquisición de datos”. No obstante, también admitieron que no trabajaron suficiente en el proyecto.

En relación con la forma de evaluar, la respuesta de los alumnos fue aún más paradójica. La práctica totalidad de los alumnos consideraron acertada “la estrategia del profesor de no vincular el rendimiento en el trabajo en el proyecto Arduino a la calificación de la asignatura” y sin embargo admitieron que “si la calificación de la asignatura hubiese estado ligada a dicho rendimiento habrían aprendido mucho más”.

En definitiva, la experiencia del proyecto Arduino se ha mostrado muy explícita en aspectos ligados a la docencia y a la relación profesor – alumno. Y aunque los resultados no alcanzaron las expectativas inicialmente previstas, la experiencia acumulada puede ser considerada como un nuevo punto de partida para mejorar proyectos futuros.



## La evaluación de las competencias como punto fundamental del proceso de enseñanza en estudios de Química y Geología

Todolí Torró, J.L.<sup>(a)</sup>; Cañaveras Jiménez, J.C.<sup>(b)</sup>; Grané Teruel, N.<sup>(a)</sup>; Alfaro García, P.<sup>(b)</sup>; Chiappe Acosta, G.<sup>(c)</sup>; Corbi Sevilla, H.<sup>(d)</sup>; Lana Villareal, T.<sup>(e)</sup>; Martín Martín, J.<sup>(f)</sup>; Mira Guardiola, J.<sup>(d)</sup>; Morallón Núñez, E.<sup>(e)</sup>; Román Martínez, M.C.<sup>(g)</sup>; San Antolín Gil, M.A.<sup>(h)</sup>; Seva Román, E.<sup>(f)</sup>; Soria Mingorance, J.M.<sup>(b)</sup>; Tent Manclús, J.E.<sup>(b)</sup>; Villalvilla Soria, J.M.<sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Dpto. de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. ([jose.todoli@ua.es](mailto:jose.todoli@ua.es)); <sup>(b)</sup> Dpto. de Ciencias de la Tierra y del Medioambiente; <sup>(c)</sup> Dpto. de Física Aplicada; <sup>(d)</sup> Alumno; <sup>(e)</sup> Dpto. de Química Física; <sup>(f)</sup> Dpto. de Ecología; <sup>(g)</sup> Dpto. de Química Inorgánica; <sup>(h)</sup> Departamento de Análisis

**Palabras clave:** Química, geología, innovación, docente, evaluación por competencias.

Actualmente la enseñanza superior persigue la formación integral de los individuos. Esta concepción complementa la tradicional, ya que la formación exclusivamente teórica de contenidos queda obsoleta cuando se tienen en cuenta aspectos de las sociedades modernas tales como la globalización del mercado o las nuevas formas de organización o gestión. Surgen por lo tanto una serie de competencias como atributos que deben poseer los profesionales de diferentes sectores.

La adquisición de dichas competencias se convierte en el gran objetivo que debe perseguir cada uno de los estudios universitarios. Obviamente, se deben implantar sistemas de evaluación diferentes a los tradicionales y es necesario desarrollar mecanismos que indiquen el grado de formación integral de los estudiantes.

Se puede afirmar que dos de los pilares sobre los que se asienta, al menos en parte, la evaluación en el nuevo sistema educativo europeo superior son la evaluación por competencias y la evaluación continua. Ambos conceptos son complementarios el primero es de tipo general y el segundo metodológico.

La evaluación ha pasado de estar centrada en la realización de una serie de actividades que permitan averiguar el nivel de conocimientos adquiridos por los alumnos a estar relacionada con la determinación del grado de adquisición de una serie de competencias. Este hecho supone un gran cambio en el proceso evaluativo y una dificultad añadida a la asignación calificaciones a los alumnos. Una competencia de especial relevancia e interés está relacionada con el trabajo en equipo. La evaluación en este caso presenta una serie de dificultades:

1. La presencia de un elemento del grupo que contribuya en menor medida al trabajo del grupo que el resto no debe perjudicar al funcionamiento del mismo ni a la calificación del resto de los alumnos
2. Se encuentran dificultades a la hora de asignar el volumen de trabajo no presencial del grupo
3. Para que un grupo funcione correctamente la información manejada debe ser compartida por todos los componentes del equipo de trabajo
4. La evaluación debe tener presente de qué manera se ha organizado el trabajo en equipo (reparto de tareas, realización de reuniones, trabajo en común...)

Otro aspecto a resaltar consiste en la evaluación continuada. Este tipo de evaluación debe seguir el proceso evolutivo de la formación del alumno. Las dificultades encontradas en este caso se refieren al planteamiento de actividades que de forma continua permitan evaluar las competencias adquiridas. La evaluación continua debe tener en cuenta que al finalizar el semestre

se haya conseguido adquirir los conocimientos y competencias mínimos para superar la asignatura. Este hecho plantea una situación en la que la materia considerada en cada una de las pruebas evaluativas sea acumulada de tal forma que no se atomice la evaluación calificando pequeñas partes de una asignatura. En concreto la competencia de trabajo en grupo puede ser evaluada continuamente por medio de seminarios o tutorías.

Una problemática adicional se encuentra cuando combinamos la idea de la evaluación continua con la posibilidad de recuperación o mejora de la calificación. Este es un aspecto extraordinariamente importante, puesto que una evolución positiva en la adquisición de competencias debe ser reconocida como un éxito del proceso docente y verse reflejado en la calificación. La mejora de calificaciones se puede llevar de una forma más o menos simple dependiendo de la competencia que se esté evaluando. En algunos casos se plantea la realización de pruebas escritas que permitan comprobar si se han adquirido algunas de las competencias planteadas en la guía docente de cada asignatura. No obstante, existen competencias para las cuales no se puede plantear dicha mejora. Por otra parte, existen condicionantes tales como el elevado número de alumnos matriculados en una asignatura o el tiempo limitado de realización de la prueba de evaluación. Este hecho podría conducir a la conclusión de que existen competencias que únicamente pueden ser adquiridas una vez por asignatura y semestre.

El grupo de trabajo que presenta el trabajo ha desarrollado las asignaturas correspondientes al primer curso de los grados de Química y Geología. Se han propuesto diferentes metodologías de evaluación de competencias y se ha explorado la forma de recuperar o mejorar calificaciones. Se puede hacer mención a las siguientes competencias que pueden catalogarse como transversales:

- a. Trabajo en grupo. Esta es una competencia para la que su evaluación no está exenta de dificultades. Una vez ha finalizado el proceso, los integrantes de un grupo de trabajo que no hayan superado esta competencia deberían tener la posibilidad de demostrar que tras un período adicional de trabajo, ya han adquirido dicha competencia.
- b. Capacidad de síntesis y sentido crítico. Se deben plantear pruebas que permitan mostrar si se ha adquirido dicha competencia si inicialmente no se ha conseguido superar con éxito las pruebas evaluativas.
- c. Manejo de herramientas informáticas. Se debe diseñar actividades que muestren las capacidades del alumno en este campo.

La situación se puede agravar aún más cuando se traten asignaturas íntegramente prácticas (de laboratorio). En el presente trabajo se muestran las conclusiones alcanzadas en esta materia para asignaturas de diversa naturaleza en los grados de Química y Geología. Se plantean una serie de problemáticas como las mencionadas en el presente resumen así como las soluciones planteadas.

## Guía de evaluación para un Trabajo Fin de Máster

**de la Moya Cerero, S.; Orellana Moraleda, G.; Quiroga Feijóo, M.L**

*Dpto. de Química Orgánica I, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040-Madrid ([santmoya@quim.ucm.es](mailto:santmoya@quim.ucm.es), [orellana@quim.ucm.es](mailto:orellana@quim.ucm.es), [mlquir@quim.ucm.es](mailto:mlquir@quim.ucm.es))*

**Palabras clave:** Master, Química Orgánica, Trabajo Fin Master, Evaluación, Guía, Competencias.

### Introducción

La adaptación del Máster Interuniversitario de Química Orgánica [1] a las nuevas directrices del RD 1393/2007 ha supuesto incorporar una nueva materia de 8 créditos ECTS, en el Módulo IV del Plan de Estudios, que se denomina Trabajo Fin de Máster (TFM) [2].

Esta materia es un trabajo que se realiza al final de los estudios del título y consiste en la realización de un Proyecto de Futuro (de investigación, profesional, etc.) donde el alumno debe presentar nuevas ideas y debatirlas públicamente. Para la realización de este proyecto, los estudiantes, que ya poseen formación en el desarrollo experimental de los proyectos asociados a las distintas orientaciones del Título, ponen en acción sus experiencias y aplican los conceptos y las herramientas de trabajo que dominan, elaborando su Proyecto de Futuro. Estos proyectos podrán derivar de la propia actividad del alumno en una determinada área de iniciación a la investigación, constituyendo en este caso una proyección de la misma, o podrán centrarse en un tema que interese al próximo egresado en su futura actividad profesional. En uno u otro caso la elección del tema es enteramente libre.

Por otra parte, la redacción de la memoria de este TFM debe corresponderse con los referentes previstos para su evaluación (Guía de Evaluación del TFM), que serán elaborados y comunicados a los estudiantes por una Comisión de Coordinación para la Evaluación de Competencias del Título de Máster (comisión interuniversitaria, dada el carácter del título). El desarrollo de esta evaluación girará en torno a las presentaciones públicas de los TFM, con la audiencia y participación de todos los estudiantes matriculados en el TFM (de todas las universidades implicadas), y ante un Comité Evaluador que será la propia comisión. Ello permitirá que los estudiantes tengan la oportunidad de aprender mutuamente durante el proceso de defensa de sus proyectos.

En esta comunicación presentamos una posible Guía de Evaluación al mencionado TFM que ha sido elaborada por un grupo de profesores del máster en el ámbito de un proyecto de innovación educativa en el que participan [3] y que tiene como objetivo el desarrollo de metodologías de evaluación de competencias del máster. La guía que se presenta podría ser una herramienta útil para que cualquier comisión competente para la evaluación de este tipo de materias elaborara sus propias guías específicas de evaluación.

### Metodología

Para la evaluación del TFM se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

#### - **Título**

- La denominación del Proyecto es coherente con los resultados previstos.

#### - **Resumen**

- Recoge de manera sucinta los resultados previstos más relevantes.
- Está escrito en inglés, en un lenguaje científico correcto.

**- Antecedentes**

- Recoge el ámbito de desarrollo del Proyecto (grupo de investigación, laboratorio, empresa), su contexto y el estado actual del tema.

**- Objetivos**

- Se describen los objetivos específicos del proyecto y las hipótesis de partida que sustentan la investigación.
- Los objetivos específicos son coherentes con el Plan de Trabajo y con los resultados previstos.

**- Plan de trabajo, metodología y resultados previstos**

- La estructura del plan de trabajo contiene las etapas necesarias para la consecución de los objetivos definidos y las actividades y tareas que soportan el desarrollo del Proyecto.
- El reparto de tareas (organigrama) y el cronograma correspondiente, se describen con el detalle suficiente.
- La propuesta describe los métodos y las estrategias que deben permitir alcanzar unos resultados acordes con los objetivos específicos
- Estos métodos se encuentran debidamente referenciados y se describen de manera esquemática en relación a los objetivos.
- Estos métodos se comentan en su aplicación a los objetivos, de modo que se valora el alcance de los mismos así como sus limitaciones.
- Se incorporan distintas alternativas para la consecución de uno o más objetivos y se comparan, dando lugar a la emisión de juicios de valor que inciden en la previsión de resultados.

**- Transferencia y divulgación de resultados**

- Se desarrollan ideas alrededor de posibles aplicaciones, innovaciones o proyectos de desarrollo de proceso o de escalado de producto.
- Los resultados previstos se divulgan en distintos formatos (comunicaciones, revistas científicas, revistas de divulgación y otras).

**- Beneficios sociales**

- Los resultados previstos aportan ventajas de índole medio-ambiental y social, así como de sostenibilidad.

**Gastos y Financiación**

- La propuesta incluye un capítulo económico consistente con los gastos asociados al proyecto (costes de personal, costes de ejecución, costes directos totales, costes indirectos y coste total).
  - La propuesta incluye posibles medios de financiación, de carácter público y/o privado.
- Currículum vitae del proponente**
- Utiliza como plantilla el modelo europeo.
  - Indica además las actividades previas del proponente en el tema propuesto.
  - Especifica correctamente los perfiles de formación adquiridos en el máster.
- Indicadores para la evaluación de la presentación oral**
- Domina los programas necesarios para realizar una buena presentación.
  - Domina el lenguaje científico y los medios audiovisuales de comunicación.
  - Sabe exponer las ideas propias.
  - Es capaz de discutir y argumentar sobre las cuestiones planteadas.

**Bibliografía:**

[1] <http://www.ucm.es/info/quimorga/Master.htm>.

[2] Master en Química Orgánica (Interuniversitario). Memoria para la Verificación del Título. Noviembre, 2008.

[3] Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente de la UCM (Ref. PIMCD 120 2009, Responsable: M. L. Quiroga Feijóo).

## Las encuestas cruzadas como herramientas en la evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje

López Palacios, J.; Heras Vidaurre, A.; Colina Santamaría, A

(Universidad de Burgos ([jlopal@ubu.es](mailto:jlopal@ubu.es)))

**Palabras clave:** : Proceso enseñanza-aprendizaje, evaluación, encuestas cruzadas.

### Introducción

El modelo pedagógico que plantea el EEES supone una redefinición de los roles de profesores y estudiantes. Los profesores asumen la responsabilidad del diseño de un proceso que debe conducir al éxito a todo alumno que se implique en el mismo. Por su parte, los estudiantes dejan el papel de meros receptores de la formación/información para convertirse en auténticos agentes en la construcción de los contenidos del programa y partícipes activos en la gestión de la metodología docente.

Tanto estudiantes como profesores han aceptado mayoritariamente este cambio de roles. Sin embargo, algunos conceptos mantienen en el nuevo sistema connotaciones propias de la metodología que hemos dejado atrás. Tal es el caso de la “evaluación”, que la mayor parte de los agentes del proceso interpretan como aplicable exclusivamente al progreso del alumno en la consecución de los objetivos (adquisición de competencias).

Sin embargo es necesario, aunque puede resultar incómodo, que los gestores del proyecto docente desarrollen herramientas capaces de medir de modo cuantitativo la calidad del propio proceso de enseñanza-aprendizaje de cuyo diseño son responsables. Es preciso que sepamos si el proyecto de aprendizaje elaborado pensando en el estudiante se ajusta a las condiciones en las que se ha de llevar a término.

La calidad del proceso enseñanza-aprendizaje no puede medirse sencillamente por el porcentaje de éxito en los objetivos planteados. Ciertamente, si se observara un elevado índice de fracaso sería síntoma indudable de que el proceso está deficientemente planteado o, mejor, no se adapta de modo correcto al contexto de alumnado. Por el contrario, el hecho de que se alcancen altos índices de éxito no es, en principio, garantía de la calidad del proceso, pues tanto personas como colectivos pueden sentirse presionados para forzar un éxito aparente en un proceso claramente mejorable.

Además es preciso desterrar el reflejo de atribuir la responsabilidad del fracaso exclusivamente al desinterés o falta de preparación del estudiante, obviando como posibles causas los fallos de diseño del sistema o la actuación del profesorado.

Se hace necesario, por tanto, diseñar procedimientos de evaluación del proceso en su conjunto. Los porcentajes de éxito/fracaso deben complementarse con otros indicadores que aporten información no sobre el resultado final, sino sobre los posibles fallos en etapas intermedias.

Entre otras varias posibilidades, proponemos con este fin el uso de encuestas de similar contenido que sean respondidas tanto por alumnos como por profesores. Las encuestas permitirán apreciar y cuantificar las percepciones distintas que desde los dos puntos de vista, profesor y estudiante, se tienen sobre un mismo aspecto del desarrollo del programa docente.

Solamente conociendo en detalle ambos puntos de vista será posible efectuar las oportunas correcciones tanto en los contenidos del programa como en las metodologías utilizadas en el proceso.

El método de encuestas [1] es bien conocido y utilizado en la evaluación de la calidad de los procesos docentes, si bien es cierto que suele aplicarse a alumnos y profesores como dos colectivos absolutamente separados. Lo que aquí se propone es el uso de encuestas cruzadas, en las que a ambos colectivos se les pide opinión sobre los mismos puntos concretos. Las preguntas difieren en su formato, pero afectan a las mismas cuestiones del proceso, proporcionando una clara visión de la diferente perspectiva.

## Objetivo

Diseño y aplicación de una encuesta cruzada entre profesores y estudiantes de un mismo curso, con objeto de contrastar y medir las opiniones, coincidentes o discrepantes, sobre puntos concretos del proceso enseñanza-aprendizaje.

## Contenido de la encuesta

Las preguntas de la encuesta se agrupan en cuatro bloques:

Sobre los contenidos del programa. Especialmente sobre reiteraciones y ausencias de contenidos, secuenciación, adecuación al nivel propuesto, etc.

Sobre aspectos metodológicos. Valoración personal de las diferentes actividades realizadas, la utilidad de las actividades presenciales y no presenciales, calidad de las tutorías, etc.

Sobre la evaluación de las competencias adquiridas. En particular se pide opinión sobre la evaluación continua, progreso personal en la adquisición de competencias, evaluaciones globales, etc.

Sobre la estructura y coordinación del proyecto docente. Organización de las materias del curso, horarios de actividades presenciales y no presenciales, coordinación de actividades, coherencia metodológica entre materias, etc.

## Metodología

La encuesta se realiza al final del período docente y de modo simultáneo a estudiantes y profesores. Para diferenciarse con claridad de las habituales encuestas de evaluación del profesorado, que la mayor parte de las universidades realiza periódicamente, las preguntas y respuestas de los estudiantes no se refieren a una sola asignatura o a la actividad de un profesor concreto, sino a su valoración global del conjunto de metodologías, contenidos y actividades del curso. En la encuesta a estudiantes, las preguntas de los cuatro bloques antes indicados se presentan mezcladas, para reducir los sesgos debidos a opiniones previas sobre aspectos generales. Los resultados son resumidos por el coordinador de curso, pero su interpretación, debate y la obtención de conclusiones son tareas que corresponden al conjunto de los profesores implicados en la docencia del curso correspondiente.

## Bibliografía:

[1] Davis, B.G., Wood, L., Wilson, R., Teaching with Excellence, University of California, Berkeley, 1985.

## Evolución de la enseñanza de los Fundamentos de la Química en los estudios de Ingeniería Técnica Industrial. Adaptación al EEES

Márquez García, A. A.<sup>(a)</sup>; Oya Lechuga, A.<sup>(b)</sup>; Montejo Gámez, M.<sup>(a)</sup>;  
Granadino Roldán, J. M.<sup>(a)</sup>; Peña Ruiz, T.<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup> Dpto. de Química Física y Analítica, <sup>(b)</sup> Dpto. de Estadística e Investigación Operativa,  
Universidad de Jaén, Campus Las Lagunillas, Ed. B3, E23071 Jaén

([amarquez@ujaen.es](mailto:amarquez@ujaen.es), [mmontejo@ujaen.es](mailto:mmontejo@ujaen.es), [jmroldan@ujaen.es](mailto:jmroldan@ujaen.es), [truiz@ujaen.es](mailto:truiz@ujaen.es), [aoya@ujaen.es](mailto:aoya@ujaen.es))

**Palabras clave:** Innovación, docente, Química, Ingenierías Técnicas

### Introducción

El presente estudio se enmarca dentro del Proyecto de Innovación Docente titulado: “Estudio de los conocimientos y expectativas sobre la Química que el alumnado de Ingeniería Técnica Industrial posee antes y después de cursar la asignatura: Fundamentos de Química. Correlación con las etapas de formación previas según su origen” (PID50B, Universidad de Jaén). Dicho proyecto tiene un carácter bianual (2008-2010) y pretende contribuir a la adaptación de la asignatura referida a los preceptos que impone el EEES. La enseñanza de las bases de la Química a alumnos de Ingeniería Técnica Industrial (que no pertenezcan a la especialidad de Química) presenta unos retos considerables para aquellos que pretendemos abordar dicha tarea de los cuales destacamos dos. El primero, y más importante, es el bajo nivel de formación en Química que los estudiantes traen de etapas anteriores de su educación. El segundo es la heterogeneidad de edad y procedencia; así nos encontramos con alumnos de bachillerato (que son mayoría), de formación profesional, repetidores de cursos anteriores e incluso con personas que vienen desarrollando alguna actividad profesional y se embarcan en estudios de ITI para mejorar su situación laboral. Las herramientas de que se dispone para la impartición de la asignatura Fundamentos de Química comprenden, dentro del marco del EEES: lecciones magistrales, tutorías grupales, tutorías personalizadas, prácticas de laboratorio, seminarios, clases de problemas, etc.

Finalmente, los objetivos perseguidos en esta investigación son fundamentalmente dos. En primer lugar, analizar hasta qué punto la metodología que se está empleando para la impartición de la asignatura es adecuada, no ya desde el punto de vista del número de alumnos aprobados y suspensos a la finalización del curso, donde el esfuerzo máximo lo hacen los estudiantes en la preparación del examen; sino tratando de comprobar si su uso ha permitido una adquisición gradual de los conocimientos fundamentales de la materia. Y en segundo, relacionar el grado de aprendizaje por parte del alumno/a con su formación previa, en lo que a la Química se refiere, al objeto de establecer unas líneas de actuación que nos ayuden a adaptar nuestros métodos docentes a un alumnado tan heterogéneo. Los resultados aquí presentados se refieren al segundo año de desarrollo del proyecto citado, curso 2009-2010, y se centran fundamentalmente en los conocimientos adquiridos por los estudiantes durante el desarrollo del curso. Los resultados del curso anterior (2008-2009) se presentaron con anterioridad en INDOQUIM 2009.

### Metodología

Para establecer el origen de la formación previa del alumnado, así como su opinión y los conocimientos relacionados con la Química que posee antes y después de cursar la asignatura, se ha elaborado un cuestionario, el cual ha sido cumplimentado por los estudiantes al principio del curso (durante la primera clase teórica) y al final del mismo; aproximadamente un mes antes de la

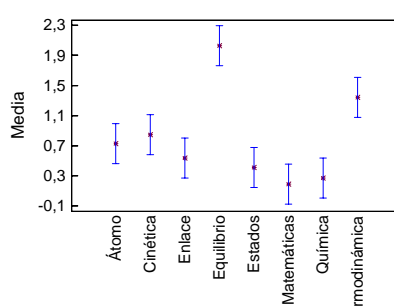
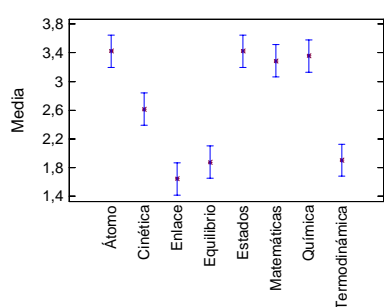
realización del examen. Para correlacionar los cuestionarios al principio y al final de la asignatura se emplearon las cuatro últimas cifras del DNI de cada alumno, garantizando así el anonimato.

El test de conocimientos consta de 40 preguntas divididas por su temática en 8 grupos de 5 cuestiones a responder como verdadero o falso. Las preguntas están relacionadas con conceptos de diversa índole ampliamente manejados durante el desarrollo de la asignatura, algunos de los cuales es deseable que estén bien asentados antes de iniciarse la asignatura y otros cuyo aprendizaje se marca como objetivo del curso, por encontrarse en el temario de la asignatura. En concreto los 8 grupos fueron: conceptos matemáticos, conceptos básicos de química y física, átomo y sistema periódico, enlace químico, estados de agregación de la materia y cambios de fase, termodinámica y termoquímica, equilibrio químico y cinética química.

En el test de procedencia, se pregunta a los estudiantes por su edad, nivel de formación pre-universitaria, si es la primera vez que cursan la asignatura y en caso afirmativo, cuánto tiempo ha transcurrido desde la última vez que cursó alguna asignatura de Química. En cuanto al test de opinión, éste ha tratado de recoger la opinión general del alumnado respecto a la asignatura, antes y después de haberla cursado: grado de dificultad, interés despertado, utilidad de los contenidos de cara a un futuro profesional, utilidad de las prácticas, expectativas de éxito, etc.

### Resultados y conclusiones

Se llevaron a cabo las encuestas mencionadas sobre una población de 73 estudiantes de ITI de las especialidades de Electricidad y Electrónica. Centrándonos en los alumnos de primera matrícula, el test de conocimientos arrojó unos resultados al inicio de curso que muestran claras discrepancias en el nivel de conocimientos que los alumnos poseen de su formación previa para los 8 bloques en los que se divide el test. Así, aquellos en los que se obtuvo un mejor resultado fueron los de conceptos matemáticos, conceptos básicos de química, átomo y sistema periódico y estados de agregación de la materia. Los que mostraron un nivel más bajo fueron equilibrio químico, enlace químico y termodinámica; observándose valores intermedios a los ya citados para cinética química (Figura 1). La diferencia de resultados entre el test de conocimientos inicial y el final (Figura 2) muestra una mejora en todos los bloques que se hace bastante notable en los de equilibrio químico y termodinámica, los cuales, como ya hemos apuntado, daban los resultados iniciales más bajos, junto con enlace químico. Para este último apartado, si bien hay cierta mejora,



**Figura 1.** Resultados del test de conocimientos inicial (medias e intervalos de confianza)

**Figura 2.** Diferencias entre el test de conocimientos inicial y final (medias e intervalos de confianza)

no es tan sensible como en los otros dos. Una posible explicación para ello, es que la descripción del enlace químico, concretamente el covalente, hace uso de la Química Cuántica la cual se basa en unos principios muy abstractos y difíciles de entender para alumnos de un curso fundamental de

Química. Los bloques que ofrecen una mejora más pequeña son el de conceptos matemáticos y el de conceptos químicos. Las matemáticas empleadas en la presente asignatura son muy simples y no se introduce ningún concepto nuevo. Lo mismo puede decirse de los conceptos básicos en Química.



## Análisis de Actividades para la Evaluación por Competencias Genéricas: Adaptación a los Títulos de Grado

**Mendiguchía Martínez, C.<sup>(a)</sup>; Arellano López, J.M.<sup>(b)</sup>; Arufe Martínez, M.I.<sup>(b)</sup>; Barrera Solano, M.C.<sup>(c)</sup>; Caro Pina, I.<sup>(d)</sup>; Castro Mejías, R.<sup>(a)</sup>; Coello Oviedo, M.D.<sup>(e)</sup>; Galindo Riaño, M.D.<sup>(a)</sup>; Granado Castro, M.D.<sup>(a)</sup>; González Maña, M.<sup>(e)</sup>; López López J.A.<sup>(a)</sup>; Mosquera Díaz, M.J.<sup>(g)</sup>; Pérez García, M.<sup>(e)</sup>; Pinto Ganfornina, J.J.<sup>(a)</sup>; Rodríguez Rodríguez, M.<sup>(d)</sup>; Wagner López, C.<sup>(c)</sup>**

<sup>(a)</sup> Dpto. Química Analítica, <sup>(b)</sup> Dpto. Anatomía Patológica, Biología Celular, Histología, Historia de la Ciencia, Medicina Legal y Forense y Toxicología, <sup>(c)</sup> Dpto. Física de la Materia Condensada, <sup>(d)</sup> Dpto. Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos, <sup>(e)</sup> Tecnología del Medio Ambiente, <sup>(g)</sup> Dpto. Ciencias de la Tierra, <sup>(g)</sup> Dpto. Química Física  
Facultad de Ciencias y Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz  
([juana.arellano@uca.es](mailto:juana.arellano@uca.es), [carolina.mendiguchia@uca.es](mailto:carolina.mendiguchia@uca.es))

**Palabras clave:** Innovación Docente, Metodologías, Competencias, Rúbricas.

La evaluación de competencias y/o por competencias es uno de los objetivos propuestos en las Memorias de Solicitud para la Verificación de Títulos Oficiales, constituyendo un compromiso de la institución sobre las características del título y las condiciones en las que se van a desarrollar las enseñanzas. La evaluación de las competencias es un proceso en el que el profesor se encarga de calificar y acreditar de algún modo el aprendizaje de los estudiantes de acuerdo con una serie de mecanismos, como el análisis de la realización de determinadas actividades y problemas. Esto introduce numerosos cambios con respecto a la evaluación tradicional, siendo necesario que el alumno conozca, en todo momento, para qué, para quién, por qué y cómo es la evaluación. Es por ello que cada una de las actividades de evaluación que se lleven a cabo, deban ser descritas con detalle y en su descripción debe contemplarse la rúbrica concreta. Si no somos capaces de elaborar una metodología adecuada para evaluar las competencias que pretendemos desarrollar en nuestros alumnos, no podremos obtener los datos suficientes para contribuir a formar los profesionales idóneos.

El grupo de trabajo que presenta este resumen participa en el Proyecto de Innovación Educativa Universitaria para el Personal Docente e Investigador de la UCA titulado "Diseño, Implantación y Análisis de Actividades para la Evaluación de Competencias en los Títulos de Grado" (2009/2011). El equipo está constituido por dieciséis integrantes que imparten docencia en distintas titulaciones de los Campus de Puerto Real y Algeciras de la Universidad de Cádiz y tiene una amplia experiencia en estrategias metodológicas en el ámbito del EEES [1- 3]. Se trata de un numeroso grupo de profesores, que aporta ideas de distinta índole y enfocadas de diversas maneras para poder realizar un glosario de actividades en las que se puedan evaluar las competencias genéricas en los diferentes títulos de Grado en los que los componentes del grupo se van a ver involucrados, para analizarlos, desarrollarlos e implantarlos. En el presente trabajo, que corresponde a una primera fase del proyecto, se pusieron en práctica diferentes actividades con idea de evaluar algunas de las competencias genéricas recogidas en las memorias de Grado de diversas titulaciones (expresión oral y escrita, carácter crítico y autocrítico de los alumnos, etc.). A continuación se presenta un resumen de las mismas:

### Actividad 1.

Presentación Oral de conceptos teórico/prácticos. Competencia: Expresión oral. Rúbrica para la Heteroevaluación. Asignaturas donde se ha desarrollado la actividad:

- "Química Básica", 1º de la Diplomatura en Navegación Marítima
- "Análisis Químico Industrial", 2º de la Diplomatura en Ingeniero Técnico Industrial

### Actividad 2.

Basada en dos ejercicios relacionados con la presencialidad del alumno en el aula. Competencia: Expresión escrita. Rúbrica para la Heteroevaluación y Coevaluación. Asignatura donde se ha desarrollado la actividad: "Toxicología Ambiental", 5º curso de la Licenciatura en Ciencias del Mar.

### Actividad 3.

Presentación Oral de conceptos teórico/prácticos. Competencia: Trabajo en Equipo. Rúbrica para la Autoevaluación y Coevaluación. Asignatura donde se ha desarrollado la actividad: "Química Básica", 1º de la Diplomatura en Navegación Marítima.

### Actividad 4.

Basada en un informe escrito. Competencia: Capacidad crítica y autocrítica. Rúbrica para Autoevaluación, Heteroevaluación y Coevaluación. Asignaturas donde se ha desarrollado la actividad:

- "Toxicología Ambiental y Ecotoxicología" de 4º curso de la Licenciatura en Ciencias Ambientales.
- "Química" de 1er curso de la Diplomatura en Máquinas Navales.

La evaluación de las competencias planteadas se llevó a cabo mediante las actividades anteriormente descritas y la realización de la correspondiente rúbrica. Desde un punto de vista general pudimos comprobar que la mayoría de las actividades eran factibles de aplicar en las distintas asignaturas y que nos permitían o permitirían evaluar correctamente algunas de las competencias recogidas en los títulos de Grado ya implantados o próximos a implantarse en la Universidad de Cádiz. Así mismo pudimos comprobar el alto grado de implicación alcanzado por el alumno en aquellas actividades que conllevaban la realización de rúbricas y coevaluaciones.

### Bibliografía:

- [1] Arellano, J.M.; Barrera, C.; Caro, I.; Castro, R.; Galindo, M.D.; y otros. 2007. Análisis de las estrategias metodológicas Universitarias en el Ámbito del EESS. En: Actividades del Profesorado de los Grupos de formación del Profesorado de la UCA.2005-2006. Servicio de Publicaciones de la UCA, Cádiz, (ISBN: 978-84-9828-112-5), 91-102.
- [2] Galindo, M.D.; Pinto, J.J.; Arellano, J.M.; Barrera, M.C.; Caro, I.; Castro, R.; García, J.C.; González, M.; Guerra, F.M.; López, B.; Mendiguchía, C.; Pando, E.J.; Pérez, M.; Ramírez, J.; Rodríguez, M.; Romero, L.I.; Wagner, C. 2007. La importancia de la planificación y metodología docente en el espacio europeo de educación superior: Aplicabilidad del aprendizaje cooperativo. Actas de las III JORNADAS DE INTERCAMBIO GRUPOS DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO. Publicado por el Servicio de Publicaciones de la UCA. 10 pp.
- [3] Arellano, J.M.; Arufe, M.I.; Barrera, M.C.; Caro, I.; Castro, R.; González, M.; Granado, M.D.; Mendiguchía, C.; Pérez, M.; Pinto, J.J.; Rodríguez, M.; Romero, L.I.; Wagner, C. 2008. Experiencias En Aprendizaje Cooperativo. Implementación En Diversos Títulos Universitarios. Galindo, M.D.; Arellano En: De Experiencia Innovación Educativa para la Educación Superior: hacia el Proceso de Convergencia (978-84-9849-342-9). Servicio Publicaciones Universidad Juan Carlos I. 85 pp.

## Resultados académicos de una asignatura de Master (Técnicas Analíticas y Monitorización Ambiental) adaptada al sistema de créditos ECTS

Moreda Piñeiro, J.; Carlosena Zubieta, A. ; López Mahía, P.; Andrade Garda, J. M.; Prieto Blanco, M. C.; Fernández Fernández, E.

*Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Campus da Zapateira s/n, 15071, A Coruña  
([alatzne@udc.es](mailto:alatzne@udc.es))*

**Palabras clave:** Créditos ECTS, Master, Adaptación curricular.

### Introducción

En la Universidad de A Coruña se inició en el curso 2006/07 el Master de Química Ambiental y Fundamental adaptado al sistema de créditos ECTS. En esta comunicación se describe la forma en la que se ha llevado a cabo la adaptación de la asignatura “Química Analítica y Monitorización Ambiental” perteneciente a dicho Master y los resultados obtenidos desde el curso 2006/07 hasta el presente curso. Esta asignatura de 2<sup>do</sup> cuatrimestre, tiene una carga lectiva de 3 créditos teóricos y 3 prácticos.

### Objetivos y Temario

Es una asignatura que profundiza y amplía los conocimientos en la instrumentación analítica y sus aplicaciones medioambientales adquiridos por el alumno a lo largo de su formación académica en Química Analítica, con especial énfasis en aspectos relacionados con:

- la automatización del proceso analítico (poniendo de manifiesto sus ventajas e inconvenientes),
- los analizadores de procesos aplicados al análisis ambiental,
- la monitorización ambiental y
- la evaluación e interpretación de datos ambientales utilizando herramientas quimiométricas.

Para ello se plantea el siguiente Temario Teórico-Práctico:

- Tema 1: Técnicas Instrumentales para Análisis Ambiental
- Tema 2: Automatización en el Análisis Ambiental
- Tema 3: Analizadores de Procesos Aplicados al Análisis Ambiental
- Tema 4: Monitorización Ambiental
- Tema 5: Indicadores Ambientales
- Tema 6: Técnicas Quimiométricas Multivariantes para la Interpretación de Datos Ambientales

Las prácticas a realizar incluirán salidas de campo para poder conocer las aplicaciones reales de los sistemas estudiados visitando diferentes instalaciones y prácticas de ordenador para la interpretación de datos ambientales:

- Conferencias sobre monitorización ambiental, en la que participarán profesores de otras universidades españolas
- Visita al LMAG-Xunta de Galicia: centro de referencia para el control de la calidad del aire de Galicia
- Visita a la estación de inmisión perteneciente a la UDC situada en el IUMA
- Visita a EMALCSA: estación de monitorización hídrica
- Visita a los laboratorios clínicos de Hospital Clínico Universitario de A Coruña

- Interpretación de datos ambientales: Ejemplo de influencia del escalado de los datos en el Análisis de Componentes Principales (ACP). Interpretación de los resultados de un ACP. Ejemplos de análisis cluster. Aplicación de técnicas de clasificación.

### **Metodología: distribución de horas**

El aprendizaje comprenderá la incorporación de conceptos fundamentales sobre cada uno de temas, la búsqueda de información en distintas fuentes, la elaboración, exposición y defensa de trabajos y la realización de prácticas y visitas relacionadas con los contenidos teóricos de la asignatura. Las técnicas docentes empleadas serán:

- 20 Lecciones Magistrales de 1 hora de duración sobre los contenidos más importantes del programa.
- 3 Sesiones de Laboratorio de 4 horas de duración. En estas sesiones se aplicarán los conceptos teóricos adquiridos, se interpretarán datos ambientales con ayuda de herramientas quimiométricas, se realizarán cálculos de retro-trayectorias, se interpretarán episodios sinópticos y se estudiarán series temporales, mapas de distribución de índices de aerosoles TOMS y simulaciones SKIRON.
- 4 horas de Actividades Académicas Dirigidas (AAD) dedicadas a la preparación de algún apartado del temario.
- 23 horas de Seminarios que se repartirán de la siguiente manera: 2 Seminarios de una 1 hora de duración en el que los alumnos imparten y exponen bajo la supervisión del profesor algún apartado del temario; 2 seminarios de aula de 3 horas de duración en los que el alumno resolverá diferentes problemas ambientales; 3 sesiones de 3 horas de duración dedicadas a Visitas a laboratorios y estaciones de monitorización ambiental y; 1 sesión de 3 horas de duración dedicadas a conferencias.

### **Criterios de evaluación**

El trabajo de los alumnos será evaluado continuamente y periódicamente a través de: a) Las AAD que tendrán que presentar obligatoriamente a lo largo del cuatrimestre supondrá el 20 % de la calificación final, b) Los trabajos de las clases prácticas, seminarios y visitas. La evaluación de los mismos supondrá el 20 % de la calificación final, c) Un examen final de todos los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura. Ésta evaluación supondrá el 60 % de la calificación final.

### **Resultados alcanzados y conclusiones**

De nuestra experiencia sobre la adaptación de esta asignatura de Master cabe destacar:

#### Fortalezas:

- 1.- Elevada participación de los alumnos en las AAD, asistencia a las conferencias, visitas a los laboratorios y seminarios
- 2.- Aplicación de las TICs para el desarrollo de su futura actividad profesional y desarrollo de competencias transversales (capacidad de síntesis, comunicación oral, aprendizaje autónomo, creatividad, trabajo en equipo)
- 3.- Mejores resultados académicos alcanzados en dichas actividades (en comparación con el examen)
- 4.- Elevado número de alumnos presentados y aprobados en los exámenes. Elevada tasa de éxito (95%)
- 5.- Mayor interacción alumno-profesor y mayor asistencia a clases y a tutorías

#### Debilidades:

- 1.- En opinión de los alumnos la mayor carga de trabajo diario. Este problema se ha intentado reducir coordinando las diferentes asignaturas del Master, evitando sobrecargar a los alumnos en fechas puntuales

## Desarrollo de la visión 3D en la titulación de química

Torras Galán, A.<sup>(a)</sup>; Martín Sabi, M.<sup>(b)</sup>; Martos Camí, A.<sup>(c)</sup>;  
Yáñez López, R.<sup>(d)</sup>; Sodupe Roure, M.<sup>(e)</sup>

*Facultat de Ciències, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193- Bellaterra (Barcelona)*  
([Anna.TorrasG@campus.uab.cat](mailto:Anna.TorrasG@campus.uab.cat), [Merce.MartinS@campus.uab.cat](mailto:Merce.MartinS@campus.uab.cat), [Alba.Martos@campus.uab.cat](mailto:Alba.Martos@campus.uab.cat);  
[Ramon.Yanez@uab.cat](mailto:Ramon.Yanez@uab.cat), [Mariona.Sodupe@uab.cat](mailto:Mariona.Sodupe@uab.cat))

**Palabras clave:** Visión espacial, Dimensiones, Química.

### Introducción

El sentido espacial juega un gran papel en el razonamiento químico. Tener sentido espacial es poseer la capacidad de comparar la forma de las moléculas con diferente orientación. Reconocer las simetrías de las moléculas y su disposición en 3D son retos diarios para un químico.

### Objetivos

Dar a conocer las dificultades que presenta la visión tridimensional y comparar esta capacidad entre sexos y cursos de la titulación de Química de la Universidad Autónoma de Barcelona. Observar que a medida que se avanza en la titulación esta capacidad se va desarrollando.

### Metodología

Se realizó un test de visión espacial general a todos los alumnos y al profesorado de licenciatura de química en la UAB. El cuestionario constó de 20 preguntas. El tiempo máximo para responder fue 10 minutos. Los estudiantes respondieron al test en horas lectivas mientras que los docentes lo hicieron en su tiempo libre.

### Resultados

Muestra total de 279 personas, de las cuales el 53% son mujeres y el 47 % hombres. Se aprecia que a medida que se practican estas cualidades de visión no existen grandes diferencias entre sexos, aunque el femenino tiende a carecer de esta habilidad.

### Conclusiones

- El 68% de las mujeres aprobaría el test realizado frente el 77 % de los hombres.
- Los alumnos de primer ciclo no están tan familiarizados con la visión 3D, el mayor porcentaje de suspendidos se da entre los alumnos de primero (45,3 %).
- Por departamentos, química analítica es el que peor visión espacial tiene ya que el 42,8% de los encuestados no aprobaban el test, mientras que los químicos teóricos e inorgánicos son los que poseen mejor capacidad de visión 3D, más del 80% en ambos casos contestan correctamente a las preguntas realizadas.

- Los varones de tercer curso poseen mayor visión espacial que los chicos de último curso. Este hecho podría ser consecuencia de que en tercero se cursa la asignatura de Espectroscopía. Esta tendencia no se observa entre las mujeres.
- Es difícil visualizar o comprender la geometría de moléculas complejas y la interacción entre ellas utilizando visualización en tres dimensiones. La carencia de esta capacidad puede mejorarse con la práctica. Los estudios de Química mejoran la visión tridimensional.

### **Agradecimientos**

Decanato de la Facultad de Ciencias y Departamento de Química de la Universidad Autónoma de Barcelona.