

## **SEGURIDAD Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE COMO PUNTOS DE REFERENCIA EN LA EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS EN PRÁCTICAS DE QUÍMICA.**

**Jurado Blanco, Carolina<sup>1</sup>, Escudero Rubio, Laura<sup>2</sup>, Ros Viñegla, M<sup>a</sup> Piedad<sup>2</sup>,  
Arce García, Mariana Paula<sup>1</sup>, Martín Sánchez-Cantalejo, Yolanda<sup>2</sup>.**

1: Departamento de Ciencias  
Escuela Politécnica  
Universidad Europea  
28670 Madrid

e-mail: carolina.jurado@uem.es, mariana.arce@uem.es, web: <http://www.uem.es>

2: Departamento de Farmacia y Biotecnología  
Escuela de Ciencias de la Salud  
Universidad Europea  
28670 Madrid

e-mail: mariapiedad.ros@uem.es, laura.escudero@quim.ucm.es,  
yolanda.martin@uem.es web: <http://www.uem.es>

**Resumen.** *Esta propuesta nace de las necesidades detectadas en prácticas de Química respecto a los riesgos asociados a cada una de sus actividades y respecto a los impactos generales que pueden generar. Hasta ahora el profesor tenía un rol mucho más activo que el del alumno. Teniendo en cuenta que en su vida profesional el alumno deberá tomar las mejores decisiones al respecto de cómo trabajar de forma segura y con mayor protección medioambiental, es necesario desarrollar competencias específicas dentro de cada disciplina, a la vez que reforzar como competencia transversal la Responsabilidad en estos aspectos. Desde el Departamento de Ciencias de la Escuela Politécnica de la Universidad Europea se ha puesto en marcha durante el curso 2012-2013 un plan para analizar las necesidades reales en el desarrollo de competencias en prácticas de Química, y proponer herramientas docentes para la adquisición de las mismas. En este trabajo se describen actividades de aprendizaje y métodos de evaluación llevados a cabo para conseguir este objetivo.*

**Palabras clave:** Seguridad, medioambiente, prácticas de química, competencias.

### **INTRODUCCIÓN**

Una de las bases de la Declaración de Bolonia es promover un espacio a nivel europeo en educación superior que potencie el desarrollo curricular. Así en este contexto, las enseñanzas de Grado no sólo deben aportar el conocimiento técnico necesario sino también desarrollar competencias que sean relevantes para la sociedad y el mercado laboral y que permitan al alumno afrontar con éxito su labor profesional (Blanco, 2009). De esta manera hay establecidas una serie de competencias específicas y transversales para cada asignatura de cada titulación. Al analizar las competencias definidas para las asignaturas de Química de titulaciones de Ingeniería, Farmacia, Biotecnología y Óptica y revisar las actividades realizadas en prácticas de laboratorio, se pone de manifiesto la necesidad de tener en cuenta en la evaluación otras competencias que se desarrollan respecto a la forma segura y adecuada de trabajar desde el punto de vista

medioambiental. Desde el primer momento en que el alumno se encuentra en un laboratorio, debe tomar conciencia de los riesgos asociados al uso de reactivos, material de laboratorio, operaciones realizadas, es decir, conocer las medidas preventivas y aplicarlas adecuadamente. De la misma forma, algunas actividades llevadas a cabo en prácticas pueden generar impactos medioambientales negativos que el alumno debería conocer para tratar de evitarlos. En el contexto de Bolonia, el profesor se convierte en facilitador de este aprendizaje y se hace necesario introducir algunas actividades en los programas de prácticas que contribuyan a desarrollar las competencias objeto de este trabajo. También es necesario también adecuar los métodos de evaluación.

Durante la realización de unas prácticas deben desarrollarse tanto competencias específicas asociadas a los riesgos concretos del área (Química, Mecánica, Electrónica, Bellas Artes, etc.) como una competencia transversal, que es la responsabilidad.

Además de los riesgos asociados a las sustancias utilizadas, en un laboratorio de Química se genera una diversidad de residuos que es necesario separar adecuadamente para su correcta gestión. Hasta ahora, las competencias adquiridas sobre la forma correcta de actuar en relación a estos aspectos han sido producto de la supervisión continua del profesor de prácticas, que a fuerza de repetir las indicaciones a los alumnos muchas veces les han hecho comprender la responsabilidad que deben mostrar en cuanto a estos aspectos. De esta forma el rol del profesor ha sido más activo que el rol del alumno.

Pero en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), tal y como establece Morales Calvo (2011), el alumno debe convertirse en sujeto activo de la construcción de su propio conocimiento, en lugar de ser receptor sin más de la información que le llega. El proceso de aprendizaje está centrado en el alumno. Si nos preguntamos qué importancia tiene la evaluación en este proceso de aprendizaje podemos acudir a la definición que hace Benito y Cruz (2005) sobre la “evaluación del aprendizaje”: *La evaluación para el aprendizaje es el proceso de buscar e interpretar evidencias para que estudiantes y profesores conozcan dónde se encuentra el alumno en relación a su aprendizaje, dónde necesita estar y cuál es el modo mejor de llegar ahí*. En este sentido es muy importante que tanto alumno como profesor estén igualmente informados sobre los criterios de evaluación, es decir, que el profesor sea transparente y haga comprender al alumno qué puntos debe trabajar para adquirir los objetivos de aprendizaje establecidos.

## **1. OBJETIVOS**

Conscientes de las necesidades detectadas en las prácticas de Química, desde el departamento de Ciencias de la Escuela Politécnica se ha puesto en marcha durante el curso 12-13 un plan para:

- Analizar las necesidades reales en el desarrollo de competencias en este ámbito.
- Diseñar herramientas docentes que posibiliten la adquisición de dichas competencias.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA Y RESULTADOS**

### **2.1. Consideraciones previas**

Las exigencias del planteamiento del EEES implican dar importancia al desarrollo de competencias. Conscientes de ello, hemos realizado un análisis de las competencias transversales establecidas para las distintas asignaturas con el fin de detectar aquellas que no estuvieran definidas pero que realmente se desarrollasen en unas prácticas de Química. Al respecto, se ha detectado que no en todas las asignaturas de Grado que tienen prácticas asociadas se ha establecido como competencia a desarrollar la responsabilidad. Sin embargo, cabe destacar que la realización de estas prácticas conlleva su desarrollo. También se han revisado los métodos de evaluación utilizados. Desde los cursos 2010-2011 y 2011-2012 ya se evaluaban mediante rúbrica competencias transversales en prácticas de Química, tales como las habilidades de expresión escrita o el trabajo en equipo, en base a criterios que no se comunicaban de forma suficientemente clara a los alumnos. En general, se asignaban unos porcentajes bajos de evaluación de estas competencias. De esta forma se han introducido indicadores en las rúbricas de evaluación de prácticas de Química que tratan de evaluar de forma más precisa las competencias que el alumno debe desarrollar. Las rúbricas de evaluación se comunican expresamente al alumno y están a su disposición para que puedan consultarlas a lo largo del curso.

De la reflexión conjunta sobre todas estas ideas en diversas reuniones de Departamento con profesores de prácticas de Química, se ha coincidido en la necesidad de poner en práctica actividades de aprendizaje y otras herramientas docentes, así como establecer criterios de evaluación precisos que ayuden a los alumnos a adquirir el grado de aprendizaje óptimo para desenvolverse en laboratorios de su profesión.

A continuación se describen las herramientas puestas en práctica hasta ahora y un modelo de rúbrica de evaluación propuesto.

### **2.2. Desarrollo de la experiencia**

Una de las actividades docentes propuestas fue realizar a los alumnos un cuestionario sobre seguridad y medioambiente antes de realizar la práctica, habiéndoles impartido una pequeña formación previa de 20 minutos de duración y entregado la documentación pertinente, bien a su entrada en el laboratorio o a través del Campus virtual. Recogía preguntas relativas a equipos de protección individual, símbolos de peligrosidad de acuerdo al sistema (GHS) y a la separación de los residuos generados en el laboratorio. También evalúa competencias específicas en materias de seguridad y medioambiente aplicadas a las prácticas de Química. Fue realizado por alumnos de primer curso de titulaciones de ingeniería (Grados en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática e Ingeniería Industrial Mecánica) en la asignatura Química para Ingeniería y por alumnos de titulaciones relacionadas con el área de Ciencias Biomédicas (Grados en Farmacia y Biotecnología en la asignatura de Química II) en varias asignaturas.

El cuestionario se componía de una batería de preguntas, cada una con cuatro opciones de respuesta y sólo una correcta. Para cada grupo de alumnos, la combinación de preguntas fue diferente. Algunos de los resultados obtenidos se exponen a continuación. Se ha realizado un análisis comparativo en función de la titulación, en vista a los

diferentes perfiles profesionales de los alumnos.

A la pregunta sobre el uso de las gafas en el laboratorio, la mayoría de alumnos, como se muestra en la Figura 1, eligió la respuesta 1 (“siempre”), mientras que en un porcentaje menor se dieron la 2 (“solo cuando las disoluciones se lleven a ebullición”) y la 3 (“solo cuando se preparen disoluciones con compuestos volátiles”)

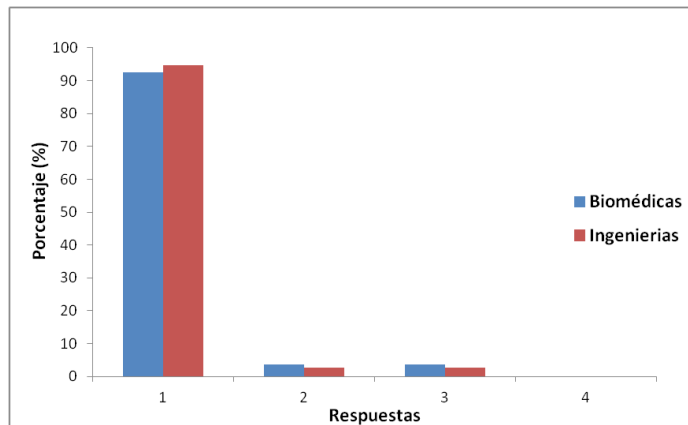


Figura 1. Respuestas de los alumnos a la pregunta sobre el uso de las gafas de seguridad en el laboratorio. La respuesta correcta es la 1

En la Figura 2 se observa como al hacer una pregunta más específica, donde hay que identificar un símbolo de peligrosidad, en este caso que es una sustancia peligrosa para el medioambiente, la mayor parte de los alumnos contestó correctamente pero se observó que los grupos de Ingenierías mostraron más dudas.

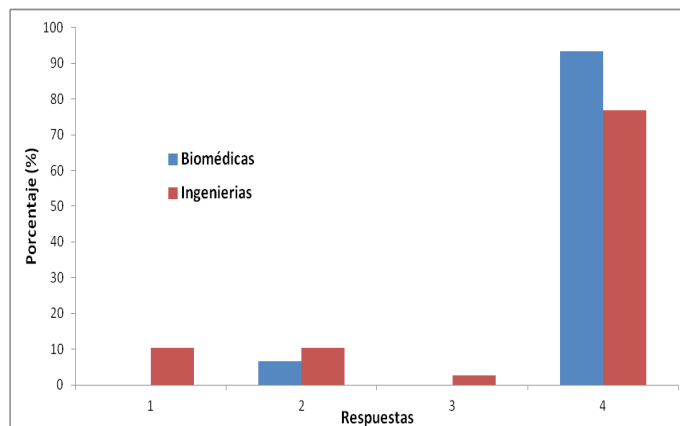


Figura 2. Respuestas de los alumnos a la pregunta sobre símbolo de peligrosidad. La respuesta correcta es la 4”

También se les preguntó sobre la indumentaria de trabajo en el laboratorio donde ambos grupos respondieron mayoritariamente que además de llevar bata conviene no usar lentillas y hay que calzar zapato cerrado (Figura 3).

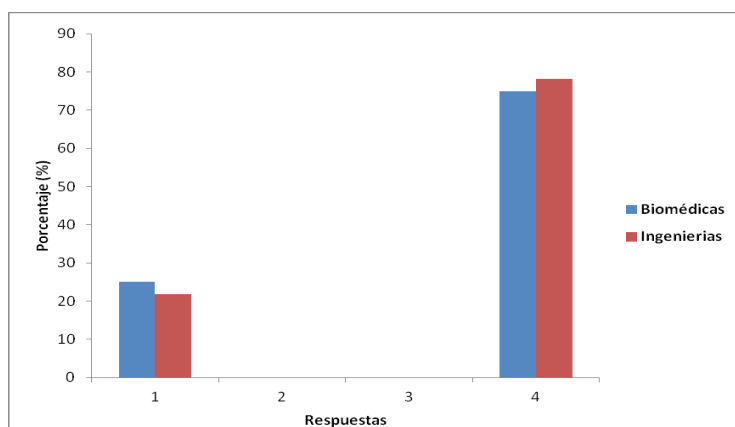


Figura 3. Respuestas de los alumnos a la indumentaria en el laboratorio. La respuesta correcta es la 3

Con respecto a los residuos generados en el laboratorio como muestra la Figura 4, nuevamente el grupo de Ingeniería mostró más dudas que el de Biomédicas ya que algunos alumnos marcaron otra opción diferente de la correcta que es “ los residuos sólidos se depositan siempre en los recipientes preparados para ello”.

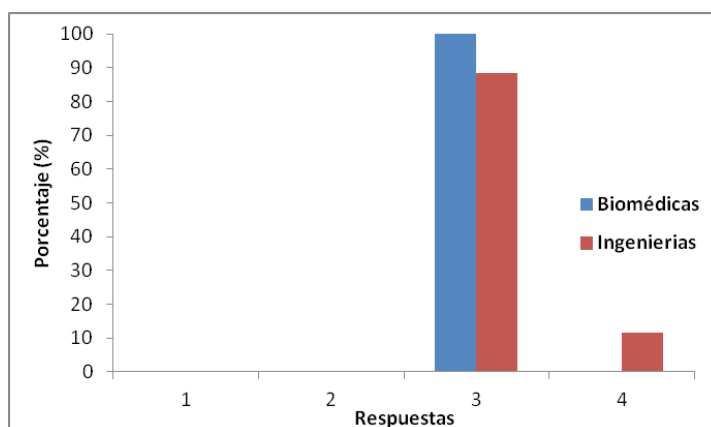


Figura 4. Respuestas de los alumnos a la pregunta con respecto a los residuos generados en el laboratorio. La respuesta correcta es la 3

En vista a los resultados obtenidos podemos decir que cuando las preguntas son muy generales se observa mayor coincidencia en las respuestas. En cambio, cuando las preguntas son más concretas, los alumnos de titulaciones de ingeniería muestran mayor número de fallos.

En la asignatura de Química para Ingeniería se incluyeron los resultados del cuestionario dentro de la rúbrica de evaluación de las prácticas con una ponderación del 10 %. Se obtuvo un 100 % de aprobados aunque no todos realizaron el cuestionario perfectamente. Esto puede indicar cierta despreocupación por estos aspectos porque los alumnos no los consideran tan esenciales. Nuestra labor es hacer comprender al alumno la importancia que la seguridad y protección del medioambiente tienen en las actividades que se realizan.

En las prácticas de la asignatura Química II, de titulaciones de Ciencias Biomédicas, se siguió una metodología algo diferente, estableciéndose como condición la superación del cuestionario para poder realizar las prácticas. En este caso se les evaluó como apto/no apto, de manera que si eran no aptos y no sabían adoptar unas mínimas normas de seguridad, no podían realizar las prácticas, dado el riesgo que entraña para ellos y sus propios compañeros. Se explicó que no se trataba de aprobar o suspender sino que era una exigencia para poder trabajar en un laboratorio, por lo que a aquellos alumnos que en un primer intento no superaron el cuestionario se les volvió a repetir hasta que lo superaron. Un 98% fue apto en el primer cuestionario. Los pocos que no lo fueron lo superaron en el segundo.

Otra actividad de aprendizaje distinta, realizada durante este curso por los alumnos de la asignatura de Química del Grado de Óptica, ha sido la búsqueda de las fichas de seguridad de los reactivos empleados en cada práctica. Primero se les indicó, en clase teórica, cómo se accedía a las fichas de seguridad. Se les explicó el significado de las letras “*P*” *precautionary statement* y “*H*” *hazard statement*”. La letra “*P*” indica las precauciones que hay que tomar al manipular el reactivo y la letra “*H*” el peligro físico inherente a cada reactivo. Cada letra lleva un número asignado en función del riesgo. Antes de entrar al laboratorio los alumnos tuvieron que entregar a la profesora las fichas de seguridad de cada reactivo que habían buscado para poder realizar la práctica. Al conocer los riesgos que podía conllevar la manipulación de los mismos, los alumnos tomaban las medidas preventivas correspondientes en las distintas etapas de la ejecución de cada práctica.

Además de todas estas iniciativas de técnicas de aprendizaje se han propuesto indicadores y criterios para evaluar la responsabilidad ante estos aspectos de Seguridad y Medioambiente en el contexto de las prácticas de química. La rúbrica que se propone también contempla otros indicadores que se han introducido para hacer tomar conciencia a los alumnos de conductas adecuadas que en el pasado se han observado como deficientes con otros alumnos.

Los indicadores contemplados en la rúbrica propuesta para evaluar la competencia transversal Responsabilidad en las prácticas de Química son los siguientes:

- Asistencia con bata de laboratorio, guión impreso y calculadora, así como puntualidad.
- Superación del cuestionario sobre seguridad y gestión adecuada de residuos.
- Selección adecuada de los equipos de protección individual en base a información de las fichas de seguridad de productos utilizados.
- Llamadas de atención sobre vertido en recipientes incorrectos de los residuos generados.
- Entrega del informe y cumplimiento de la tarea.

En la siguiente tabla se recogen los criterios de evaluación establecidos para tales indicadores.

COMPETENCIAS	Indicadores	Criterios y puntuación		
Responsabilidad	<b>Asistencia con bata, guión y calculadora y puntualidad.</b>	El alumno no acude a realizar la práctica. (0,00)	El alumno acude a realizar la práctica más tarde sin justificación o le falta bata, guión o calculadora (0,30)	El alumno acude a realizar la práctica puntualmente y con todo lo necesario. (0,60)
	<b>Superación del cuestionario sobre Seguridad y Gestión de residuos.</b>	El alumno no alcanza una puntuación de 5,00 en el cuestionario. (0,00)		El alumno alcanza una puntuación superior a 5.00 en el cuestionario. (0,60)
	<b>Selección adecuada de Equipos de Protección Individual (EPI's).</b>	El alumno empieza a realizar la práctica sin utilizar ningún EPI. (0,00)	El alumno empieza a realizar la práctica sin utilizar todos los EPI's necesarios. (0,30)	El alumno empieza a realizar la práctica utilizando todos los EPI's adecuados. (0,60)
	<b>Llamadas de atención sobre vertido de residuos generados en recipientes incorrectos.</b>	Han sido necesarias frecuentes llamadas de atención al alumno respecto al vertido de residuos en recipientes incorrectos. (0,00)		Han sido necesarias pocas llamadas de atención al alumno respecto al vertido de residuos en recipientes incorrectos. (0,60)
	<b>Entrega del informe y cumplimiento de la tarea.</b>	No entrega el informe y no lo justifica. (0,00)	Entrega el informe tarde con justificación o la tarea no está completa. (0,30)	Entrega el informe dentro de plazo y la tarea está completa. (0,60)

Tabla 1 Indicadores y criterios para evaluar la competencia Responsabilidad en prácticas de Química.

Otra actividad de aprendizaje que se propone es la posibilidad de realizar visitas fuera de las horas de prácticas a plantas de tratamiento de residuos específicos, como los que pueden generarse en prácticas de Química Farmacéutica o Anatomía, por ejemplo. Ver los distintos procesos del tratamiento haría comprender a los alumnos la necesidad de realizar la gestión correcta dentro del laboratorio.

## **CONCLUSIONES**

Del trabajo realizado hasta ahora se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- El desarrollo de competencias relacionadas con la seguridad y protección medioambiental asociada a prácticas enriquece la formación de los estudiantes ya que estos aspectos están presentes de forma general en el ámbito profesional.
- La formación previa en aspectos de seguridad y medioambiente que tiene el estudiante, correspondientes al área específica de prácticas es un factor a considerar para determinar las técnicas de enseñanza-aprendizaje a aplicar.
- El uso de una rúbrica facilita la comprensión por parte del alumno de su proceso de aprendizaje y mejora su actitud en este entorno.
- El alumno se hace más autónomo al aumentar su control sobre el proceso que ejecuta.
- Se observa en el alumno una conducta más responsable.
- Ha aumentado la comunicación entre profesores de varias facultades y se ha mejorado la coordinación entre los mismos.
- Teniendo en cuenta los resultados positivos obtenidos en este trabajo, cabe la posibilidad de que docentes de otras áreas distintas a la Química pudieran encontrar interesante desarrollar competencias relacionadas con la seguridad y el medioambiente dentro de su ámbito de prácticas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Ascensión Blanco (2009). *Desarrollo y Evaluación de Competencias*. Narcea S.A DE EDICIONES. 185 páginas. I.S.B.N.: 978-84-277-1600-1.
- Ana Cruz, Águeda Benito (2005). *Nuevas claves para la docencia en el EEES*. Narcea S. A. de Ediciones. 141 páginas. I.S.B.N.:84-277-1501-3
- Sonia Morales Calvo. *Nuevos contextos de enseñanza y aprendizaje en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior*. Miño y Dávila Editores. 190 páginas. I.S.B.N.:978-84-92613-64-9.