

### LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA EN LAS PRÁCTICAS DE QUÍMICA ANALÍTICA

Estrella Espada Bellido<sup>1</sup>, Dolores Bellido Milla<sup>1</sup>, Pascal Salaün<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz, 11510 Puerto Real, Cádiz, España

<sup>2</sup>School of Environmental Sciences, University of Liverpool, Liverpool L69 3GP, United Kingdom

#### INTRODUCCIÓN

Durante el curso académico 2015-2016, se llevó a cabo una experiencia de movilidad dentro del programa Erasmus+ (Erasmus-Training) en la Universidad de Liverpool (Reino Unido). La Universidad de Liverpool es miembro del Grupo Russell de Universidades donde se encuentran las Universidades británicas líderes en investigación, caracterizándose por una alta reputación internacional. Gracias a esta movilidad se tuvo la oportunidad de conocer el desarrollo de las sesiones prácticas de laboratorio con un elevado número de alumnos en el "Central Teaching Laboratories". Estos laboratorios se caracterizan por ser un espacio único de enseñanza multidisciplinar que ha ganado el "Best Facilities" award concedido por el Guardian University Awards en 2013.

La metodología de enseñanza aplicada en este centro implica que el alumno juegue un **papel de investigador** llevando a cabo la **metodología científica** desde el comienzo hasta la finalización de la práctica. Las sesiones de laboratorio tienen una duración de 7 horas donde cada grupo de alumnos (5-6 alumnos/grupo) debe desarrollar la parte experimental de la práctica de laboratorio de manera independiente bajo la tutorización del profesor. Sus resultados los exponen el mismo día en formato póster al profesor responsable, tal y como harían en un congreso de investigación o una reunión de empresa. Esta metodología docente se caracteriza por favorecer el trabajo en equipo, la interpretación y síntesis de datos e información química, y la capacidad para comunicarse fluidamente de manera oral y escrita promoviendo el desarrollo de la parte experimental de una forma más autónoma (Figura 1).

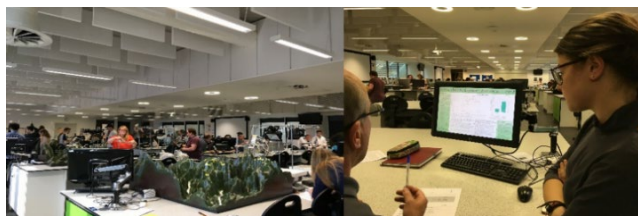


Figura 1. Imágenes de una sesión de prácticas en el "Central Teaching Laboratories" de la Universidad de Liverpool.

Estas prácticas de laboratorio permiten al alumno adquirir una independencia a la hora del manejo de material de laboratorio, lectura de guiones de prácticas, análisis de resultados, así como presentación de los mismos. El profesor posee una plantilla donde marca la consecución de cada uno de los objetivos perseguidos: clara exposición de los resultados, conocimiento de la

temática, correcta defensa de las cuestiones realizadas por el profesor, entre otros. El profesor evalúa in-situ a los alumnos dándoles una nota global por grupo de estudiantes.

#### APLICACIÓN DE LA NUEVA METODOLOGÍA DOCENTE EN LAS PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA QAIII DE LA UCA

Debido al interés que presenta esta metodología, desde el curso 2016/2017 se viene impartiendo esta metodología docente innovadora en las prácticas 5 y 6 de la asignatura Química Analítica III (QAIII) en la Universidad de Cádiz.

A diferencia de la metodología empleada en la Universidad de Liverpool, se llevan a cabo etapas de la metodología científica que no quedaban contempladas en la metodología utilizada en las prácticas del "Central Teaching Laboratories". Así, por ejemplo, los alumnos de QAIII en las prácticas 5 y 6 llevan a cabo **búsquedas bibliográficas** de artículos de investigación en **inglés**, consultando bases bibliográficas como Scencedirect, Scopus y SciFinder Scholar. Con ello se consigue que los alumnos tengan una visión más amplia de las diferentes técnicas instrumentales empleadas para la determinación de paracetamol y ácido salicílico en productos farmacéuticos recogidas en la bibliografía, situando al analito en el contexto actual de las determinaciones. Los alumnos deben elaborar una tabla resumen con los parámetros analíticos (sensibilidad, límite de detección, precisión, rango lineal de trabajo, selectividad) de los métodos encontrados en la bibliografía. Finalmente, realizan una comparación de sus resultados obtenidos por métodos electroanalíticos y los encontrados en la bibliografía con diferentes técnicas instrumentales.

Finalizada la sesión práctica, los alumnos realizan una presentación oral de los resultados mediante la elaboración de un **póster científico** donde deben incluir los siguientes apartados: Introducción (State of the art), materiales y método, resultados y discusión y conclusiones, así como las referencias bibliográficas encontradas en la búsqueda. Al finalizar la sesión los alumnos exponen, no solo al profesor responsable, sino también al resto de compañeros de clase, toda la información obtenida durante la sesión de prácticas, sometiéndose a las cuestiones de toda la audiencia (Figura 2).



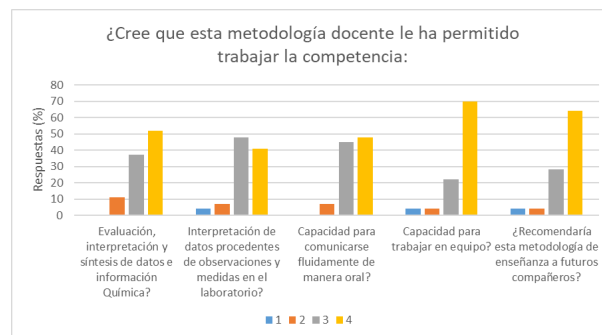
**Figura 2.** Alumnos de la asignatura Química Analítica III durante el desarrollo de cada una de las etapas de la metodología científica llevadas a cabo en la práctica de laboratorio.

De esta forma, durante el desarrollo de la práctica de laboratorio, se le proporciona al alumno la posibilidad de realizar las etapas principales de la investigación bajo la supervisión del profesor, llevando a cabo búsquedas bibliográficas de artículos científicos, el desarrollo de la parte experimental de la práctica, el tratamiento estadístico de los datos, la interpretación y exposición de resultados y la obtención de conclusiones. Las bases bibliográficas consultadas, la capacidad de trabajo en equipo, el conocimiento de la técnica instrumental, la interpretación y síntesis de la información, la presentación de los contenidos y resultados en formato póster, la clara exposición oral de los resultados experimentales, así como de las conclusiones obtenidas, y la correcta defensa de las cuestiones, son las competencias evaluadas in-situ por el profesor responsable.

Hay que indicar que ambas prácticas se llevan a cabo de forma simultánea durante dos días consecutivos por el mismo grupo de alumnos (total de 8 horas) en dos grupos. La mitad de los alumnos realiza la parte experimental de la práctica 5 y la otra mitad lleva a cabo la parte experimental de la práctica 6. Los alumnos son a su vez divididos en pequeños subgrupos formados por 4 o 5 alumnos. La exposición de los resultados se hace en común, las dos últimas horas del segundo día de prácticas, donde cada subgrupo debe exponer los resultados a la totalidad de los compañeros de clase. El profesor realiza la evaluación en la misma sesión de prácticas tras la exposición oral de los alumnos, dándoles una nota global por subgrupo de estudiantes. La exposición de los resultados en formato póster y la exposición oral pueden llevarse a cabo en inglés.

## RESULTADOS

Esta metodología docente se ha llevado a cabo durante 5 años consecutivos desde el curso académico 2016-2017. Para comprobar el grado de satisfacción del alumnado de la asignatura QAIII con esta metodología docente se han realizado encuestas de satisfacción valorando la experiencia en una escala de 1 a 4 (1= Nada; 2=Poco; 3=Bastante; 4= Mucho) (Figura 3).



**Figura 3.** Resultados del cuestionario de satisfacción sobre la nueva metodología docente aplicada a las prácticas de laboratorio de la asignatura Química Analítica III del Grado en Química.

Como puede observarse, la respuesta a los cuestionarios ha sido muy satisfactoria. Alrededor de un 90% de los alumnos encuestados han valorado la nueva metodología docente con las puntuaciones más altas indicando que la nueva metodología les ha permitido trabajar las competencias de la asignatura. Por otro lado, un elevado porcentaje de los alumnos recomienda esta metodología de enseñanza para el desarrollo de las prácticas de laboratorio a futuros compañeros en los próximos cursos. Además, se ha constatado una notable mejora de la asimilación de los conceptos adquiridos por parte de los alumnos en comparación con otros cursos académicos anteriores.

Debido a los excelentes resultados obtenidos por los estudiantes y a la evaluación positiva por parte del alumnado de la asignatura, se pretende continuar con esta novedosa forma de llevar a cabo las sesiones prácticas, más atrayente y hacer partícipes a los alumnos del Grado en Química de la Universidad de Cádiz de las metodologías de enseñanza de otras instituciones europeas.

Las novedades incluidas en la metodología docente de partida han sido notificadas al profesorado colaborador de la Universidad de Liverpool teniendo una excelente acogida. Cabe destacar como estas novedades también serán incluidas y llevadas a cabo durante futuros cursos académicos en la Universidad de origen.

La metodología docente llevada a cabo en estas prácticas de laboratorio ha recibido un **premio de innovación docente de la UCA**: "Aplicación de nuevas herramientas docentes en las prácticas de laboratorio de la asignatura Química Analítica III del Grado en Química", con un accésit dotado con 250 € correspondiente al curso 2016-2017.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la UCA la financiación recibida dentro del programa Europeo Erasmus+ para la movilidad de la profesora Estrella Espada-Bellido, así como a la Universidad de Liverpool por su excelente acogida. Un especial agradecimiento a los alumnos de 3º del Grado en Química de los cursos 2016-2017, 2017-2018, 2018-2019, 2019-2020 y 2020-2021.