

ACTUALIZANDO LA METODOLOGÍA DOCENTE DE LAS PRÁCTICAS DE QUÍMICA ANALÍTICA

Estrella Espada Bellido, Dolores Bellido Milla

Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz, Campus Universitario de Puerto Real, C/ República Saharaui s/n, 11510 Puerto Real, Cádiz, España

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos prioritarios para alcanzar la finalidad práctica de la Química Analítica es **la resolución de los problemas analíticos de interés para la sociedad**. Es importante que el conocimiento químico-analítico se extienda a la sociedad en forma de respuestas y soluciones a necesidades y problemas informativos [1]. De hecho, la Química Analítica es también conocida como la Ciencia de la Información [1].

Por su parte, la asignatura Química Analítica III (QAIII) impartida en el Grado en Química de la Universidad de Cádiz, consta de una serie de prácticas de laboratorio dirigidas al análisis de muestras reales relacionadas con el medioambiente, la alimentación y la industria farmacéutica, siendo un claro ejemplo de la responsabilidad social que presenta la Química Analítica (Figura 1). De esta forma, las prácticas de Química Analítica III se convierten en una pieza clave para resolver problemáticas analíticas reales de la sociedad.

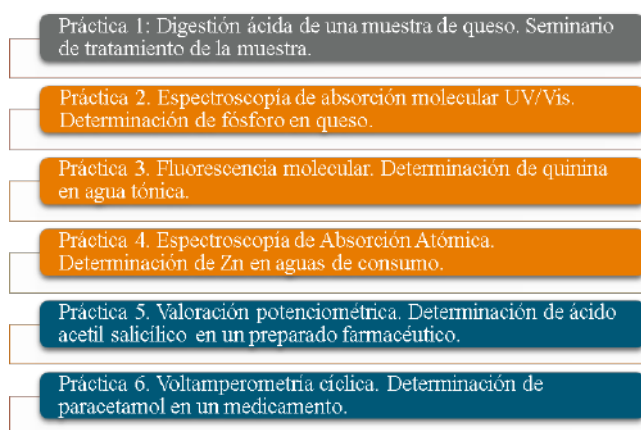


Figura 1. Prácticas de laboratorio de la asignatura Química Analítica III del Grado en Química de la Universidad de Cádiz.

Sin embargo, aunque a primera vista pueda parecer que el objetivo de la Química Analítica como Ciencia de la Información y como Ciencia capaz de resolver problemas analíticos, se encuentre claramente reflejado en las prácticas de esta asignatura, parece que no llega a ser asimilado como tal por parte de los alumnos. A pesar de que los contenidos de las prácticas engloban problemáticas reales de la sociedad, y que probablemente en unos años algunos de esos alumnos tengan que abordar problemas similares en sus respectivos puestos de trabajo, se detecta cada vez más

una **baja motivación y escaso interés por parte de los alumnos** hacia la adquisición de esos conocimientos mostrándose reacios a aceptar que las prácticas de laboratorio puedan ser de utilidad para ellos en un futuro no muy lejano. Tras varios años de experiencia impartiendo las prácticas de laboratorio de QAIII, las profesoras de la asignatura consideramos que esa baja motivación viene dada, no por la temática de las prácticas, sino por el empleo de una **metodología demasiado tradicional** a la hora de llevar a cabo las mismas.

La metodología que se sigue normalmente en los laboratorios consiste en: (1) la **lectura de un guion** de prácticas, al que muchas veces el alumno ni siquiera dedica el tiempo suficiente para su comprensión, (2) **desarrollo experimental** siguiendo los diferentes apartados del guion, donde en muchas ocasiones el alumno trabaja de forma mecánica y pierde el objetivo de la práctica, y (3) **evaluación mediante una hoja de resultados**. Esta forma tradicional de llevar a cabo las prácticas de laboratorio conlleva, en la mayoría de los casos, a esa apatía y baja motivación que comentamos. Además, la evaluación por parte del profesor en formato de hoja de resultados, impide que las aclaraciones, anotaciones y comentarios que el profesor realiza sobre las mismas lleguen a manos del alumno, pues rara vez un estudiante se acerca a las tutorías académicas con interés de revisar las hojas de resultados y ver en qué ha fallado.

Por todo ello, en los últimos años se ha dado un salto hacia delante en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las prácticas de laboratorio de la asignatura QAIII, **actualizando la metodología de enseñanza**, dándole la importancia que se merece y el enfoque adecuado a la resolución de problemas analíticos. Además, se ha modificado la forma de presentar los resultados, dejando atrás la tradicional y poco satisfactoria hoja de resultados, la cual no permite ningún tipo de retroalimentación por parte del alumno.

Así, en las prácticas de QAIII se ha dado un énfasis especial a dos de las etapas clave en las prácticas de laboratorio: **la introducción e importancia de la práctica** al inicio de cada sesión de laboratorio, y la **presentación y evaluación de los resultados** al finalizar la misma (Figura 2).



Figura 2. Comparativa entre la metodología tradicional y la nueva metodología docente propuesta para las prácticas de laboratorio.

NUEVA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA EN LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA

La nueva metodología docente llevada a cabo en esta asignatura implica las siguientes **5 etapas** (Figura 3):

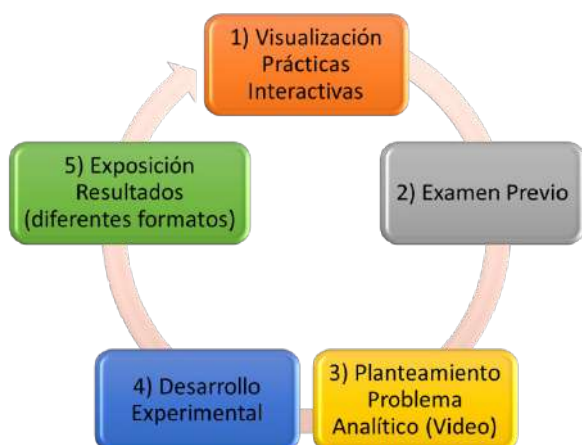


Figura 3. Metodología docente innovadora empleada en las prácticas de laboratorio de QAIII.

1) Visualización de prácticas interactivas: Para una mejor comprensión por parte del alumno de los objetivos, procedimiento experimental y cálculos a realizar en la práctica de laboratorio, el tradicional guion se acompaña de material animado e interactivo tipo flash de diseño y elaboración propia para la simulación completa de la práctica de laboratorio. De esta forma el alumno dispone de un guion interactivo donde puede realizar desde la pesada de la muestra, preparar los patrones de la recta de calibrado, llevar a cabo la medida instrumental, así como realizar los cálculos. El objetivo principal de este material interactivo es mejorar la asimilación de conceptos mediante el empleo de materiales docentes con un mayor carácter divulgativo y capaz de transmitir los conceptos de una forma sencilla y llamativa (Figura 4). Gracias al empleo de estos materiales con carácter previo a la práctica, el alumno acude a la sesión de

laboratorio más preparado y con los conceptos más claros.



Figura 4. Material interactivo diseñado para una de las prácticas de laboratorio de QAIII.

2) Ejercicio previo antes del inicio de la práctica para comprobar que los alumnos tienen los conceptos necesarios para el correcto desarrollo de la misma. Este ejercicio tipo test tiene una duración de aproximadamente 10 minutos y se lleva a cabo en el mismo laboratorio de prácticas de forma online mediante cualquier dispositivo con conexión a internet como móvil, tableta u ordenador portátil (Figura 5).



Figura 5. Alumna realizando el examen previo de las prácticas de laboratorio de QAIII.

3) Planteamiento del problema analítico mediante la proyección de un video inicial con el objetivo de introducir la práctica de laboratorio. En estos videos una persona ajena les solicita el análisis de una determinada muestra planteándoles el problema analítico e indicándoles el interés de los resultados (Figuras 6 y 7):

Video P1 y P2: Una consumidora habitual se plantea si es lo mismo comprar quesitos fundidos de marca conocida o marca blanca. ¿Tendrán el mismo contenido en fósforo?

Video P3: Un alumno de Química se encuentra disfrutando del fin de semana tomando una copa de Gin Tonic junto a un amigo. La luz azul que emite la bebida con tónica llama la atención del amigo. ¿A qué se debe? ¿Podrían cuantificar la molécula responsable de esa fluorescencia? La respuesta está en la quinina, seguro que después de los conocimientos adquiridos en la práctica de QAIII, los alumnos podrán ayudarle.

Video P4: Un graduado en Química se encuentra recogiendo muestras de agua en los alrededores del Campus Universitario de Puerto Real para determinar el contenido en Zn. Debido al elevado número de muestras pide la colaboración a los alumnos de 3º de Química para llevar a cabo los análisis.

Video P5 y P6: Una profesional del sector farmacéutico solicita a los alumnos que realicen los análisis de dos muestras diferentes, por un lado, determinar la

concentración de paracetamol en un medicamento y, por otro lado, el porcentaje de ácido acetyl salicílico en un preparado farmacéutico.



Figura 6. Videos elaborados para las prácticas de QAIH.



Figura 7. Proyección de videos al inicio de cada una de las prácticas de laboratorio en QAIH.

4) Procedimiento experimental: Tras la proyección, se lleva a cabo la parte experimental de la práctica de laboratorio, donde las mismas muestras que aparecen en los videos son entregadas a los alumnos. Al enfrentarse a un caso real y comprender el objetivo de la práctica, los alumnos se mostrarán más motivados para abordar el problema analítico y dar una respuesta a la persona que lo solicita (Figura 8).



Figura 8. Alumnos llevando a cabo la parte experimental en distintas sesiones prácticas.

5) Entrega de los resultados en diferentes formatos: La entrega de los resultados de la práctica se lleva a cabo en diferentes formatos como la puesta en común en el laboratorio de los resultados obtenidos y posterior **discusión-debate** sobre los mismos; **exposición oral** ante el resto de compañeros, profesoras de la asignatura y profesores honorarios del departamento; elaboración de **póster científico** como los presentados en congresos de investigación; y elaboración de informes de laboratorio en formato de **boletín de análisis** tal y como lo harían en una **empresa** indicando únicamente los resultados que el cliente demanda, olvidándonos de las tradicionales hojas de resultados (Figura 9). Así, los alumnos tendrán la oportunidad de presentar los resultados en los diferentes formatos que van a requerir en su **futuro investigador y/o profesional**.

Cabe destacar que, con esta metodología de enseñanza, los alumnos seguirán rellenando la hoja de resultados y la enseñarán al profesor responsable antes de salir del laboratorio, para resolver cuantas dudas se les puedan plantear, siendo ellos los que conserven esta hoja para futuras prácticas y evaluaciones.

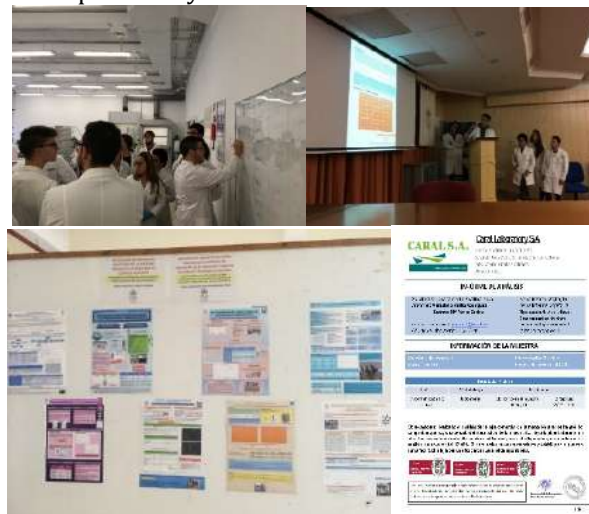


Figura 9. Entrega de los resultados de las prácticas de laboratorio de QAIH en diferentes formatos.

Adicionalmente, con el objetivo de mostrar al alumno la utilidad de los contenidos impartidos en las prácticas de laboratorio se intenta cada curso académico contar con la **visita de algún egresado del Grado en Química y/o similares** (Figura 10). Además, en el seminario de tratamiento de la muestra llevado a cabo en la primera sesión de prácticas se proyecta un video a modo de **entrevista a una profesora colaboradora honoraria** con una elevada experiencia en **Química Analítica** donde comenta su actividad científica en relación al tratamiento de la muestra a lo largo de su trayectoria. El objetivo es que tanto la profesora como los egresados, durante algunas de las sesiones prácticas de laboratorio comenten sus experiencias, aporten ejemplos reales, resaltando la importancia de las prácticas de laboratorio de QAIH en su vida profesional y en sus puestos de trabajo. De esta forma, los alumnos pueden conocer de primera mano la utilidad de las prácticas de laboratorio de esta asignatura para su vida profesional y laboral.



Figura 10. Participación de profesores y egresados en las prácticas de laboratorio de QAIH.

Debido a que la selección de la técnica instrumental más adecuada debe ir forzosamente de la mano de la selección del tratamiento de la muestra más apropiado, durante la primera sesión de prácticas (P1) de la asignatura QAIH, mientras se realiza la digestión ácida de la muestra de queso, que conlleva un tiempo de espera de 3 horas, se lleva a cabo un **seminario sobre**

los diferentes tratamientos de la muestra [2], de una forma amena mediante el empleo de multitud de ejemplos aportados de la experiencia investigadora de las profesoras de la asignatura, para así motivar e interesar al estudiante, y que además sea capaz de asimilar el contenido de forma satisfactoria.

Para el caso específico de las prácticas 5 y 6 de la asignatura, se lleva a cabo una metodología docente innovadora y más participativa en la etapa correspondiente al desarrollo experimental, además de una clara evaluación por competencias como apuesta el Espacio Europeo de Educación Superior. Esta metodología se basa y complementa a la metodología de enseñanza aplicada en el “Central Teaching Laboratories” de la Universidad de Liverpool (Reino Unido) donde el alumno juega el **papel de investigador**, llevando a cabo, bajo la supervisión del profesor, todos los pasos de la **metodología científica** desde el comienzo hasta la finalización de la práctica.

RESULTADOS

Esta metodología docente se ha llevado a cabo durante tres cursos académicos 2018-2019, 2019-2020 y 2020-2021. Para comprobar el grado de satisfacción del alumnado de la asignatura QAIII con esta metodología docente, se han realizado varias encuestas durante diferentes cursos académicos (Figura 11). La respuesta a los cuestionarios ha sido muy satisfactoria.

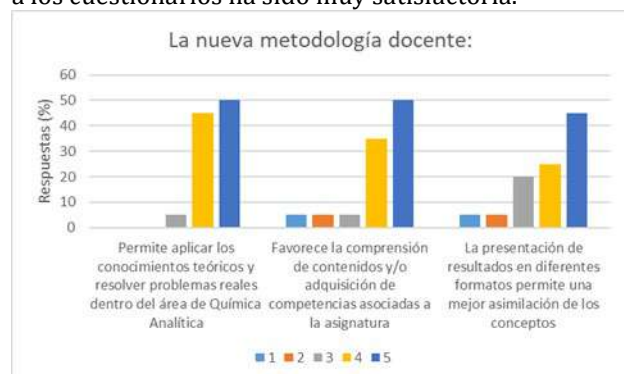


Figura 11. Resultados del cuestionario de satisfacción sobre la nueva metodología docente aplicada a las prácticas de laboratorio de la asignatura Química Analítica III del Grado en Química.

Más del 90% de los alumnos indican que la nueva metodología docente le ha servido para aplicar los conocimientos teóricos y resolver problemas reales dentro del área de la Química Analítica. Los alumnos indican que los elementos de innovación y mejora docente empleados han favorecido la comprensión de los contenidos y la adquisición de competencias asociadas a la asignatura. Los resultados de las encuestas muestran que la presentación de los resultados en diferentes formatos permite al alumno una mejora en su proceso de aprendizaje. Además, se ha observado a unos alumnos más motivados con las prácticas de laboratorio, demostrando una excelente mejora de la asimilación de los conceptos adquiridos en comparación con otros cursos académicos anteriores.

Cabe destacar que la metodología docente llevada a cabo en las prácticas de laboratorio de la asignatura

QAIII ha sido evaluada con Reconocimiento con Mención de Excelencia y ha recibido un **premio de innovación docente de la Universidad de Cádiz**: “Resolución de problemas analíticos de la sociedad mediante las prácticas de Química Analítica” tercer premio dotado con 500 € correspondiente a la convocatoria de proyectos del curso 2018/2019.

CONCLUSIONES

Las diferentes metodologías de enseñanza-aprendizaje empleadas durante las 6 sesiones de prácticas, permiten al alumno el **trabajo en equipo**, la **síntesis de información**, la capacidad para **adaptarse a nuevas situaciones** y **tomar decisiones**, mediante el **aprendizaje basado en problemas y en proyectos**, la **flipped classroom o clase invertida** y el **aprendizaje cooperativo**. Además, la presentación de los resultados en diferentes formatos permite al alumno trabajar competencias como la **comunicación oral** y **argumentación científica a una audiencia**, así como la presentación de resultados experimentales en diferentes formatos escritos tales como **póster científico** y **boletín de análisis**.

Esta nueva metodología docente ha conseguido que los alumnos relacionen los contenidos impartidos en clase con problemáticas reales de la sociedad, haciéndoles ver el importante papel de la Química Analítica.

REFERENCIAS

1. Miguel Valcárcel Cases y col. Fundamentos de Química Analítica. Una aproximación docente-discente. 2016. UCOPress Editorial Universidad de Córdoba. ISBN: 978-84-9927-273-3.
2. Carmen Cámara y col. Toma y tratamiento de muestras. 2002. Editorial Síntesis. Madrid. ISBN: 84-7738-962-4.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen al Vicerrectorado de Recursos Docentes y de la Comunicación de la Universidad de Cádiz por la financiación recibida en la Convocatoria de Proyectos de Innovación y Mejora Docente 2018-2019. Un especial agradecimiento a los alumnos de 3º del Grado en Química de los cursos 2018-2019, 2019-2020 y 2020-2021 por su actitud, alta motivación y participación en el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

