

### RECURSOS EDUCATIVOS DIGITALES PARA FOMENTAR EL APRENDIZAJE ACTIVO EN LAS SESIONES DE LABORATORIO

Lucía Abad Gil, Beatriz Gómez Nieto, María Teresa Sevilla, María Jesús Gismera  
Departamento de Química Analítica y Análisis Instrumental. Facultad de Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. Francisco Tomas y Valiente, 7. 28049 Madrid

#### Resumen

Las metodologías activas favorecen la participación del estudiantado, incrementan su interés y les ayuda a reflexionar sobre el progreso del proceso de enseñanza aprendizaje. En la mayoría de los casos, para desarrollar este tipo de metodologías suelen utilizarse recursos educativos digitales diseñados *ad-hoc*. Con el objetivo de solventar los problemas detectados en las prácticas de laboratorio de las asignaturas Técnicas Instrumentales en Medio Ambiente y Química Analítica Instrumental 2 se han diseñado y utilizado recursos digitales. Tras la implementación de las nuevas actividades se observa una mayor participación del estudiantado que conduce a una mejora en el aprovechamiento de las sesiones de laboratorio y del proceso de enseñanza-aprendizaje.

#### Introducción

La incorporación en el ámbito universitario de actividades docentes basadas en metodologías activas se ha incrementado desde la creación del Espacio Europeo de Educación Superior. Con este tipo de actividades el estudiantado adopta el papel protagonista y tiene una mayor implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje lo que le permite reflexionar sobre cómo se está desarrollando. El empleo de este tipo de metodologías docentes favorece la adquisición de competencias y habilidades por parte del estudiantado. Además, la integración de la tecnología en el ámbito docente puede considerarse un hecho que, a raíz de la pandemia provocada por el SARS-CoV-2, ha despertado mayor interés. Existe una gran variedad de recursos educativos digitales como presentaciones y video-lecciones para mostrar contenidos, mapas conceptuales que ayudan a comprender diversos temas, cuestionarios interactivos que favorecen la participación de todo el estudiantado, foros, chats o encuentros digitales donde los/as participantes pueden intercambiar opiniones e información de forma síncrona o asíncrona. La generación y utilización de estos recursos educativos digitales permite transmitir y presentar contenidos de una manera más novedosa e intuitiva, fomenta la interacción entre el profesorado y estudiantado, favorece el aprendizaje autónomo, facilita la implementación de metodologías de aprendizaje basadas en el *Flipped Classroom* y aumenta la motivación del estudiantado al atraer más su atención. En la actualidad, la implementación de metodologías de enseñanza activas incluye el diseño y utilización de recursos educativos digitales, aunando así los beneficios de ambos durante el desarrollo de la actividad. Sin embargo, el uso excesivo de este tipo de recursos puede desvirtuar el objetivo para el cual se diseñaron,

consiguiendo que el estudiantado focalice su tiempo y atención al manejo de diferentes herramientas digitales más que al aprendizaje significativo y reflexivo de la materia.

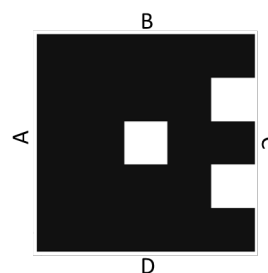
La Química Analítica como materia, y en concreto diferentes asignaturas o temas relacionados con el Análisis Instrumental están incluidos en los planes de estudios de diferentes Grados de la rama de Ciencias. Por lo general, para que el estudiantado pueda adquirir los conocimientos y competencias relacionados con estos temas suelen llevarse a cabo actividades formativas que incluyen clases teóricas participativas donde se desarrollan los contenidos de la materia intercalados con otras actividades, clases prácticas en aula dedicadas a la resolución de problemas planteados por el profesorado, clases prácticas de laboratorio donde el estudiantado de forma supervisada desarrolla un trabajo experimental poniendo en práctica los conocimientos adquiridos, y tutorías y/o seminarios dedicados principalmente a la resolución de dudas y/o para profundizar en alguno de los conceptos tratados en el resto de actividades. Para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de estos temas, debe planificarse el desarrollo de estas actividades durante la impartición de un curso académico. Generalmente se consiguen los mejores resultados si después de desarrollar un tema en las clases teóricas se programan las clases prácticas en aula y sesiones prácticas de laboratorio relacionadas con esos conceptos. Sin embargo, en grupos numerosos de estudiantes y por motivos de organización docente y disponibilidad de espacios muchas veces es imposible realizar esta planificación y algunas de las sesiones prácticas de laboratorio se desarrollan antes de haber abordado los correspondientes temas en las clases teóricas. En estos casos, el aprovechamiento de las sesiones de laboratorio por parte del estudiantado suele ser menor, a pesar de los esfuerzos realizados por el profesorado. Este hecho, suele suceder con los/as estudiantes matriculados/as en la asignatura Química Analítica Instrumental 2 (QA12) del Grado en Química, y Técnicas Instrumentales en Medio Ambiente (TIMA) del Grado en Ciencias Ambientales y el doble Grado en Ciencias Ambientales y Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad Autónoma de Madrid. Con el fin de ayudar a solventar estos problemas y aumentar la motivación del estudiantado por estas sesiones se han creado diferentes recursos educativos y realizado las siguientes actividades.

### Diseño de los recursos educativos digitales y desarrollo de las actividades

El procedimiento llevado a cabo anteriormente en las sesiones de laboratorio de ambas asignaturas era muy similar. Antes de que comiencen las sesiones de prácticas y con suficiente antelación se pone a disposición del estudiantado un documento denominado guion de prácticas de laboratorio donde se indican los fundamentos teóricos y se describe detalladamente el procedimiento experimental que tienen que desarrollar. Los/as estudiantes deben consultar y leer detenidamente este material para preparar cada una de las sesiones de laboratorio en sus horas de estudio. Sin embargo, un gran número de estudiantes acuden a las sesiones de laboratorio sin haber leído el guion de prácticas. Al comienzo de cada una de las sesiones de laboratorio, el profesorado realiza una breve explicación (10-15 min) para refrescar y aclarar los conceptos y procedimientos necesarios para desarrollar el trabajo experimental de ese día, haciendo hincapié en aquellos que todavía no se han abordado en las clases de teoría. Se suelen realizar preguntas para fomentar la participación del estudiantado y conocer si realmente han entendido la explicación o tienen alguna duda sobre los procedimientos. Por lo general, la participación suele ser escasa y suelen contestar uno/a o dos estudiantes. Durante el resto del tiempo de la sesión de laboratorio el estudiantado desarrolla el trabajo experimental bajo la supervisión del profesorado pudiendo consultar las dudas que les van surgiendo. Como trabajo final, los/as estudiantes preparan un informe de cada una de las prácticas donde deben contestar a una serie de preguntas relacionadas con el trabajo desarrollado en el laboratorio cuya entrega se realiza unos días después de haber realizado la práctica. Probablemente, la baja participación y motivación del estudiantado por estas sesiones pueda deberse a la falta de conocimiento de conceptos de carácter teórico y/o dificultades para poder relacionar adecuadamente estos conceptos con el trabajo experimental.

#### *Uso de Plickers en las prácticas de laboratorio de TIMA*

*Plickers* es una herramienta digital gratuita que permite generar cuestionarios y realizarlos siendo solo necesario el dispositivo del profesorado (ordenador, smartphone o tablet) y una serie de tarjetas (Figura 1) asociadas a cada estudiante y que se utilizan para contestar a las preguntas. Los cuestionarios se diseñaron para su uso en las sesiones prácticas relacionadas con las técnicas atómicas. Cada cuestionario constaba de 4-6 preguntas de opción múltiple con una única respuesta verdadera. En ellas se tratan los aspectos más importantes y/o aquellos en los que el estudiantado suele presentar dificultades dado que, en el momento de realizar las prácticas, estos temas todavía no se han abordado con profundidad en las clases de teoría de la asignatura.



*Figura 1. Ejemplo del diseño de una de las tarjetas Plickers utilizadas para contestar los cuestionarios*

La realización de este cuestionario se utilizó como vehículo para que el profesorado introdujera las explicaciones y aclaraciones necesarias para desarrollar la sesión experimental. Para ello, al comienzo de las sesiones de laboratorio, todo el estudiantado realizó el cuestionario. Después de que respondieran a cada pregunta se mostró la respuesta correcta y el porcentaje de respuesta de cada una de las opciones. De este modo, el estudiantado conocía al instante si había cometido un fallo y podría plantear sus dudas al profesorado. Con esta actividad el profesorado disponía de información de todo el estudiantado, y no solo de los/as pocos/as que se muestran participativos/as, sobre el grado de adquisición de conocimientos. En función de las respuestas obtenidas, el profesorado también conocía el porcentaje de estudiantes que habían entendido y asimilado los conceptos necesarios para el desarrollo del trabajo experimental y le permitía dar una retroalimentación inmediata para favorecer la adquisición de estos conceptos. Además, estos cuestionarios interactivos fomentaban el establecimiento de un pequeño debate donde el estudiantado suele mostrarse más participativo y motivado. Por tanto, antes de comenzar con el trabajo experimental los/as estudiantes disponían de información sobre los conceptos que habían asimilado y aquellos sobre los que debían profundizar. Todo ello les ayuda a reflexionar sobre su progreso del proceso de enseñanza-aprendizaje y a abordar con mayor probabilidad de éxito el trabajo experimental y la redacción del informe.

#### *Recursos digitales creados con Genial.ly y Wooclap y su implementación en las prácticas de laboratorio de QAI2*

Para las sesiones de laboratorio de QAI2 se optó por generar y trabajar con diferentes recursos educativos digitales centrados en las prácticas relacionadas con las técnicas instrumentales de separación. Se eligieron estas prácticas ya que, generalmente, estas técnicas no se han abordado con profundidad en las clases de teoría cuando comienzan las prácticas de laboratorio. Se generaron clips de videos, diapositivas con esquemas animados, y se elaboró un guion para crear un recurso audiovisual interactivo que englobaba todos estos recursos y se utilizó como video-lección. Para preparar estos recursos se empleó el mismo material e instrumentación que el estudiantado utiliza durante el desarrollo del trabajo

experimental. Se espera que así, los/as estudiantes se familiaricen con la instrumentación y les resulte más fácil relacionar los conceptos teóricos y prácticos. En la video-lección interactiva, generada utilizando la plataforma *Genial.ly*, se explicaron y mostraron los fundamentos básicos de las técnicas de separación instrumentales, así como las partes del procedimiento experimental donde el estudiantado suele presentar más dudas. El enlace a este recurso se puso a disposición de los/as estudiantes junto con el guion de las prácticas, para que utilizaran ambos materiales para preparar las sesiones de laboratorio antes de su impartición. También se diseñó y preparó un cuestionario interactivo utilizando la herramienta gratuita *Wooclap* que incluía preguntas sobre los fundamentos de las técnicas instrumentales de separación y el procedimiento experimental del trabajo de laboratorio. La mayoría de las preguntas eran de opción múltiple con una única respuesta correcta, aunque también se incluyeron preguntas del tipo buscar en la imagen. El cuestionario incluía preguntas relacionadas con los conceptos básicos que el estudiantado debe conocer y/o en los que muestra mayor dificultad para el aprovechamiento de la sesión práctica. También se añadieron preguntas, a modo de control, cuya respuesta correcta se encontraba solo en la video-lección interactiva para poder estimar el porcentaje de estudiantes que había consultado este material docente. Los cuestionarios se realizaron al inicio de la sesión de prácticas, “sustituyendo” la explicación inicial realizada por el profesorado. Se configuraron como una actividad síncrona donde los resultados de cada pregunta se mostraron inmediatamente después de que todos/as los/as estudiantes hubieran contestado, limitando el tiempo para contestar cada pregunta (30 segundos) y con un sistema de participación sin autenticación. Para llevarlo a cabo el profesorado necesitó un ordenador portátil, a través del cual compartió el código QR para que el estudiantado accediera al cuestionario mediante sus dispositivos móviles. Al estar configurado de forma anónima, el profesorado disponía de información relativa al número de usuarios/as conectados/as, número de estudiantes que van respondiendo en tiempo real y porcentaje que selecciona cada una de las opciones. Al finalizar el tiempo límite de una pregunta o cuando todo el estudiantado había respondido, el profesorado seleccionaba la opción de respuesta correcta, de modo que en la pantalla de los dispositivos móviles de cada estudiante aparecía si la respuesta escogida era correcta o incorrecta y en este caso cual era la opción correcta (Figura 2). La realización de estos cuestionarios permite que el estudiantado reciba retroalimentación inmediata en sus dispositivos. Además, se favorece el establecimiento de un pequeño debate donde los/as estudiantes expresan sus dudas y el profesorado en función de los resultados y las dudas expuestas realiza las explicaciones necesarias. De este modo, se dinamiza el comienzo de la sesión de laboratorio ya que el profesorado solo tiene que explicar los puntos donde se han producido errores. El cuestionario fomenta la participación, permite saber el

grado de conocimiento adquirido y ayuda a solventar las posibles deficiencias antes de desarrollar el trabajo experimental, favoreciendo el proceso de reflexión sobre el progreso en el aprendizaje.

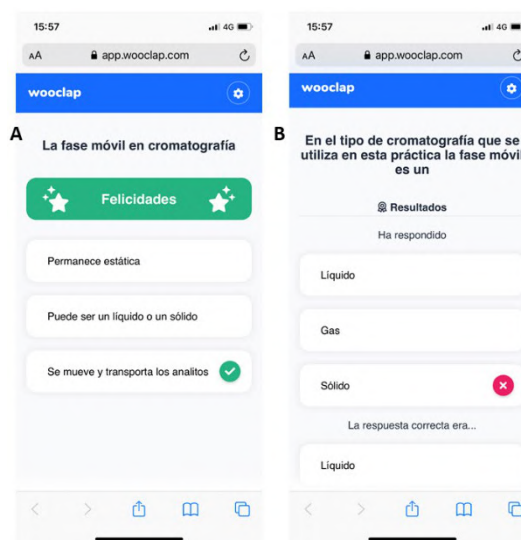


Figura 2. Ejemplo de información mostrada en los dispositivos móviles del estudiantado para una respuesta correcta (A) e incorrecta (B)

### Resultados obtenidos

Tras llevar a cabo los cuestionarios interactivos en las sesiones de laboratorio, el profesorado percibió que el número de estudiantes que intentaban contestar a las cuestiones planteadas por el profesorado o por sus compañeros/as en el debate que se establecía después de cada pregunta, fue mayor que los que participaban cuando el profesorado, en cursos pasados, planteaba este tipo de cuestiones durante o al finalizar la explicación introductoria de la práctica. Probablemente el hecho de tener una retroalimentación inmediata animaba al estudiantado a participar en la discusión, expresando sus ideas y planteando sus dudas para solucionar sus errores, al percibir quizá un ambiente más relajado. De esta forma el estudiantado puede afianzar sus conocimientos sobre el tema. Este hecho se comprobó cuando se compararon los porcentajes de acierto de algunas de las cuestiones que los/as estudiantes deben responder en el informe de resultados que entregan en las prácticas de TIMA. Para realizar esta comparación, se eligieron las cuestiones que estaban directamente relacionadas con las preguntas incluidas en los cuestionarios. En la Figura 3, se muestra el promedio del porcentaje de acierto obtenido para estas cuestiones durante los cursos académicos 2017-18 y 2018-19 donde se llevó a cabo la metodología tradicional y el curso 2019-2020 donde se realizaron los cuestionarios con *Plickers*. Se observa como el porcentaje de acierto claramente se ha incrementado en el curso donde se utilizaron estos cuestionarios.

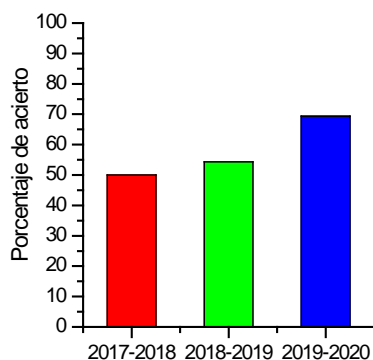


Figura 3. Valores promedio del porcentaje de acierto obtenidos en las cuestiones de los informes de laboratorio de la asignatura TIMA

Con el fin de evaluar si los recursos audiovisuales generados para la preparación de las prácticas de laboratorio de QAI2 favorecían la adquisición de conocimientos, se comparó el porcentaje medio de aciertos obtenido en las preguntas de los cuestionarios por cada grupo de estudiantes con el porcentaje de estudiantes que habían consultado la video-lección interactiva en cada grupo. Como se observa en la Figura 4, existe cierta relación entre el porcentaje de estudiantes que utilizan este recurso y el porcentaje de aciertos obtenido, logrando los mejores resultados en los grupos donde la totalidad del estudiantado había visto la video-lección. Indicar que, como ya se ha comentado, el estudiantado disponía también como material docente para la preparación de estas sesiones del guion de prácticas. Para comprobar si la video-lección permitía adquirir los conocimientos experimentales necesarios para las prácticas, se animó a que uno/a de los/as estudiantes que había consultado este recurso explicara y realizara alguno de los procedimientos experimentales que no se explicaba en detalle en el guion de prácticas. Se comprobó que el estudiantado que había visto la video-lección era capaz de explicar a sus compañeros/as como debían filtrar las disoluciones y realizar su inyección en el cromatógrafo de líquidos, lo que demuestra la utilidad de este tipo de recursos para el aprendizaje autónomo del estudiantado.

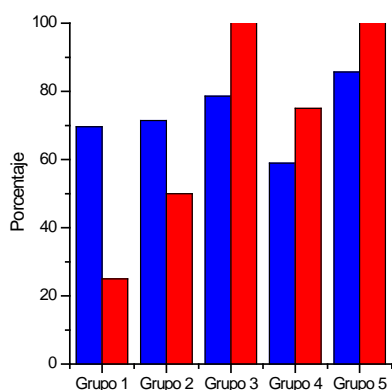


Figura 4. Valores promedio del porcentaje de acierto obtenidos por el estudiantado en las preguntas de los cuestionarios (azul) y porcentaje del estudiantado que han visto la video-lección (rojo).

Finalmente, se realizó una encuesta anónima para obtener información sobre la opinión del estudiantado relativa a la realización de estos cuestionarios y utilización de recursos audiovisuales como materiales docentes. Los resultados recogidos en esta encuesta muestran un elevado grado de satisfacción de los/as estudiantes con el empleo de los recursos audiovisuales como material docente y de cuestionarios interactivos para explicar y aclarar los conceptos necesarios para llevar a cabo las prácticas de laboratorio (Tabla 1). Además, el profesorado observó como un mayor número de estudiantes tenía los conocimientos necesarios para poder abordar el trabajo experimental. Este hecho probablemente se deba a que los recursos audiovisuales resultan más atractivos e interesantes que los materiales docentes convencionales utilizados hasta ahora para esta función, por lo que más estudiantes se animaban a consultar este material para la preparación de las prácticas.

Tabla 1. Promedio de los resultados obtenidos en la encuesta anónima de opinión realizada al estudiantado de la asignatura QAI2. (escala de respuesta de 1 a 5, siendo 5 la mayor calificación).

Preguntas	Promedio
Información presentada en la video-lección es adecuada para preparar la sesión experimental	4.18
Utilización de cuestionarios interactivos con <i>Wooclap</i> dinamiza la sesión práctica	4.89
Empleo de recursos educativos digitales (video-lección y cuestionarios) ayuda a mejorar la comprensión de las prácticas	4.74
Recomendaría el uso de este tipo de recursos para otras asignaturas prácticas	4.94

### Conclusiones

Los recursos audiovisuales como materiales docentes permiten que el estudiantado pueda adquirir conocimientos teóricos y aprender a realizar procedimientos experimentales. La realización de cuestionarios de respuesta interactiva fomenta la participación del estudiantado, permite obtener información relativa al grado de adquisición de conocimientos y posibilita solventar los problemas detectados. Por tanto, el empleo de este tipo de recursos aumenta la motivación del estudiantado por la materia, favorece un aprendizaje autónomo, fomenta la interacción estudiantado-profesorado, ayuda a que los/as estudiantes reflexionen sobre su aprendizaje y facilita la labor docente al disponer de información sobre el progreso de todo el estudiantado permitiéndole evaluar y reconducir, si es necesario, el proceso de enseñanza-aprendizaje.