

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE AUTÓNOMO PARA LA PREPARACIÓN DE LAS CLASES DE LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA: VÍDEOS DEMOSTRATIVOS Y CUESTIONARIOS DE FORMACIÓN

Juan Gabriel March, Edwin Palacio, Laura Ferrer
Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universitat de les Illes Balears,
Cra. de Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma (Illes Balears)

Resumen

En los actuales grados en Química, el número de horas presenciales de trabajo en el laboratorio suele estar muy ajustado. Esta limitación horaria exige organizar y orientar las sesiones presenciales de laboratorio de manera que permitan un óptimo aprovechamiento y asegurar así los objetivos de aprendizaje planteados en cada asignatura.

Así, con el fin de mejorar la impartición de las clases de laboratorio, hemos desarrollado un proyecto de innovación docente basado en la realización por parte de los estudiantes de una actividad pre-laboratorio autónoma consistente en la visualización de unos vídeos demostrativos y en la realización de unos cuestionarios de aprendizaje a responder después de la visualización de los vídeos.

La asignatura seleccionada para llevar a la práctica el proyecto ha sido Experimentación en Química Analítica del Grado en Química de la Universidad de las Islas Baleares durante el curso 2021-22 (30 estudiantes).

Los resultados derivados de la realización de esta actividad pre-laboratorio han sido evaluados mediante encuestas y técnicas de observación.

La actividad ha tenido una buena aceptación por parte de los estudiantes y entendemos que ha sido especialmente positiva para aquellos menos motivados. Se ha conseguido una mayor comprensión de los procedimientos descritos en el guion y ello ha derivado en un mayor aprovechamiento del trabajo presencial.

1. INTRODUCCIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) propone un modelo de enseñanza-aprendizaje en el que el estudiante debe ser capaz de generar conocimiento de forma autónoma con el apoyo del profesorado. Para ello, progresivamente, se han ido introduciendo (y adaptando) estrategias didácticas innovadoras que pretenden facilitar el trabajo autónomo del estudiante y la adquisición de competencias. En este contexto, el vídeo educativo se ha convertido en un eficiente recurso didáctico de aprendizaje autónomo que puede facilitar, por una parte, la adquisición de conocimiento por parte de los estudiantes y por otra, la labor del profesor [1]. De hecho, durante los meses de confinamiento del curso 2020-21 decretado para controlar la pandemia de

COVID-19, el vídeo, conjuntamente con otras estrategias basadas en el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), se popularizó en gran medida y se consolidó como herramienta didáctica de alto potencial para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes [2]. Así, las llamadas "píldoras audiovisuales" se utilizaron como material didáctico en asignaturas tanto teóricas como prácticas para facilitar la adquisición de competencias por parte de los estudiantes [3].

Otro recurso de utilidad demostrada que también puede motivar al estudiante en su proceso de aprendizaje es el cuestionario formativo. Este tipo de cuestionarios permiten autoevaluar conocimientos y el ritmo de aprendizaje [4]. Por otra parte, los objetivos de aprendizaje de los grados en ciencias experimentales, en general, y de los grados en Química, en particular, incluyen la adquisición de competencias centradas en la habilidad para el trabajo en el laboratorio, tales como las relacionadas con la realización de procedimientos, la monitorización de propiedades físico-químicas, la utilización de instrumentos y la gestión de riesgos. Para alcanzar estos objetivos, y así asegurar la preparación de los futuros graduados para su ejercicio profesional, las prácticas de laboratorio son imprescindibles.

Aun así, en los actuales grados en Química, el número de horas presenciales de trabajo en el laboratorio suele estar muy ajustado, lo que exige organizar y orientar las sesiones presenciales de trabajo experimental de manera que permitan un óptimo aprovechamiento y asegurar así los objetivos de aprendizaje planteados en cada asignatura.

Habitualmente, para realizar las prácticas, los estudiantes disponen de los correspondientes guiones escritos donde se describen (más o menos detalladamente, dependiendo de las características de cada asignatura) los pasos a seguir para la correcta ejecución de los procedimientos. No obstante, a veces, es difícil transmitir por escrito la realización de determinadas operaciones manuales y, además, los estudiantes menos motivados no suelen preparar adecuadamente la práctica a realizar. Así, se puede dar el caso de que un estudiante inicie la práctica sin tener completamente asimilados los pasos a seguir, el material a utilizar y/o su uso correcto. En estos supuestos, se pueden cometer importantes errores en el desarrollo del trabajo experimental que, además de suponer un desaprovechamiento del tiempo presencial, también pueden comprometer la seguridad en el laboratorio. Así,

es habitual que el profesor deba invertir una parte importante del tiempo (sobre todo en las etapas iniciales de las sesiones) en repetir instrucciones y corregir hábitos de trabajo, lo que acaba restando cierto dinamismo al proceso de enseñanza-aprendizaje y también podría desmotivar a parte del alumnado.

En este contexto, considerando las potencialidades del uso de vídeos demostrativos para la adquisición de habilidades de carácter práctico y con el fin de facilitar la impartición de las clases de laboratorio, hemos desarrollado un proyecto de innovación docente basado en la realización por parte de los estudiantes de una actividad pre-laboratorio de apoyo al guion de prácticas consistente en la visualización de unos vídeos demostrativos, ceñidos al guion escrito, y en la realización de unos cuestionarios de aprendizaje sobre aspectos de los vídeos y de los guiones que los estudiantes deben conocer antes de empezar el trabajo experimental. La evaluación del impacto de la actividad propuesta sobre el desarrollo de las sesiones de laboratorio y sobre la adquisición de habilidades se ha llevado a cabo mediante encuestas y técnicas de observación. Los resultados han permitido concluir que esta actividad previa ha facilitado, por una parte, la adquisición de habilidades prácticas por los estudiantes y, también, la labor docente del profesor.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

La actividad pre-laboratorio en la que se basa el proyecto se llevó a la práctica durante el curso académico 2021-22. Participaron 30 estudiantes matriculados en la asignatura Experimentación en Química Analítica del Grado en Química de la Universidad de las Islas Baleares. Esta es una asignatura de 6 créditos ECTS que se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso por lo que, si los estudiantes siguen la programación establecida en el Plan de Estudios (lo que lamentablemente no siempre es así), al llegar a esta asignatura ya han cursado todas las asignaturas teóricas del módulo de Química Analítica, y varias asignaturas de laboratorio: dos laboratorios de química general, y los laboratorios específicos de las áreas de conocimiento de Química Inorgánica y Química Orgánica. Así, cabe suponer que los estudiantes ya cuentan con un buen nivel de formación teórico-práctica y, en esta asignatura, se ha optado por reducir al mínimo las explicaciones sobre los fundamentos de los distintos experimentos y potenciar los aspectos prácticos. Para el desarrollo de las sesiones de laboratorio, los estudiantes disponen de un guion que incluye una introducción, donde se recuerdan los aspectos teóricos básicos necesarios para una correcta comprensión e interpretación de los experimentos, y los procedimientos detallados. La asignatura consta de 20 sesiones de cuatro horas, dos de las cuales son de aula y las restantes de laboratorio, en donde los estudiantes realizan 16 prácticas distintas trabajando en grupos de dos. De cada práctica, cada grupo debe presentar un breve informe que incluye, básicamente, resultados

experimentales y cálculos. Acabada la asignatura, se realiza un examen escrito.

Por motivos de disponibilidad de recursos, durante una misma sesión de laboratorio, se realizan tantas prácticas distintas como grupos de estudiantes lo que hace impracticable realizar una explicación previa de los contenidos del guion por parte del profesor. Así, se propone al estudiante que prepare la práctica a realizar en el laboratorio como parte de su trabajo autónomo. A pesar de que se insiste mucho en la importancia de esta preparación previa, no todos los estudiantes la llevan a cabo adecuadamente, y ello genera muchas consultas al inicio de cada sesión que, en ocasiones, no pueden ser atendidas con la atención y detalle que corresponde. Por lo expuesto, se considera que esta asignatura constituye un excelente contexto donde plantear una actividad pre-laboratorio que ayude, estimule y motive al estudiante a preparar las sesiones prácticas de forma autónoma.

Recursos preparados para el desarrollo del proyecto: vídeos y cuestionarios

Para el desarrollo del proyecto, se han preparado vídeos demostrativos y cuestionarios formativos sobre las prácticas.

Los vídeos se centran básicamente en la parte procedimental (manipulaciones, montajes e instrumentación) y en aspectos de seguridad de las operaciones que comportan cierto riesgo. Con el fin de no alargar excesivamente los vídeos, los aspectos teóricos que se considera necesario recordar se resumen en la introducción de los guiones escritos y apenas se tratan en los vídeos. Aun así, la duración media de los vídeos ha resultado de unos 10 minutos, que ya excede la duración óptima que, según determinados docentes, deberían tener los vídeos universitarios para favorecer un máximo aprovechamiento por parte de los estudiantes [5].

Las tomas fueron grabadas por los profesores utilizando teléfonos inteligentes en el mismo laboratorio, siguiendo exactamente las instrucciones del guion escrito de la práctica. Posteriormente fueron editadas utilizando el software de postproducción audiovisual DaVinci Resolve. La versión gratuita de este programa (<https://www.blackmagicdesign.com/es/products/davinciresolve>) es muy completa. Permite trabajar con varias líneas de tiempo, tanto de vídeo como de audio, lo que en nuestro caso ha resultado muy útil por permitir tener en una misma pantalla tomas de distinta perspectiva de una misma escena. También permite fácilmente insertar textos escritos, superponer audios, ajustar el volumen del audio por tramos, cambiar la velocidad de reproducción, insertar fotogramas fijos y efectuar transiciones entre los distintos clips. A cambio, es aconsejable que el ordenador que se utilice disponga de 32 GB de RAM y de una buena tarjeta gráfica. En cuanto al audio, se ha optado por grabarlo después del montaje, ya que de esta manera se pueden preparar y

reflexionar los comentarios y explicaciones del profesor, resultando de esta manera, en nuestra opinión, unos vídeos más instructivos. En la Figura 1 se muestran capturas de pantalla de uno de los vídeos.



Figura 1. Capturas de pantalla de uno de los vídeos.

Los cuestionarios formativos constaban de preguntas teórico-prácticas sobre aspectos del vídeo y del guion que los estudiantes deben conocer y comprender antes de iniciar el trabajo experimental. El objetivo de estos cuestionarios es el aprendizaje (no la evaluación) y por ello los estudiantes debían repetir los intentos hasta conseguir la máxima nota.

Los estudiantes matriculados tenían acceso a ambos recursos (vídeos y cuestionarios) a través de la página de la asignatura en la plataforma Moodle.

3. SEGUIMIENTO Y VALORACIÓN

Las visualizaciones de los vídeos y el número de intentos necesitados para obtener la máxima nota en los cuestionarios se monitorizaron a través de Moodle.

Con el fin de valorar las repercusiones de esta actividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y conocer la percepción de los estudiantes respecto a su utilidad, en la última sesión de laboratorio, los estudiantes contestaron una encuesta anónima donde indicaban el nivel de acuerdo con una serie de afirmaciones sobre los cuestionarios y los vídeos. El enunciado de las afirmaciones, las 5 opciones de respuesta para cada afirmación y el número de estudiantes que ha optado por cada una de las respuestas se agrupan en la Tabla 1. Además, la encuesta incorporaba una pregunta abierta para que los estudiantes pudieran añadir comentarios. Por otra parte, en el laboratorio, el profesorado realizó un seguimiento sobre la forma de trabajar de los estudiantes y su actitud basado en técnicas de observación.

En cuanto a los resultados de este seguimiento, cabe indicar que todos los estudiantes visualizaron los vídeos antes de la sesión presencial y contestaron la encuesta completa. En cuanto a los cuestionarios de aprendizaje,

el nivel de participación también fue elevado, pero no del 100 %. Un 17 % de los estudiantes no contestaron todos los cuestionarios antes de comenzar las clases de laboratorio.

Los datos de la Tabla 1 revelan que casi el 83% de los estudiantes pensaron que los vídeos previos al laboratorio ayudaron a comprender los procedimientos de las prácticas. En cuanto a los cuestionarios de aprendizaje, a pesar de tener un grado considerable de aceptación, no resultaron relevantes para el 10% de los estudiantes encuestados. Un total del 83% de los estudiantes estuvo de acuerdo en que los vídeos previos al laboratorio permiten reducir el tiempo de preparación de la sesión práctica y el 97% estuvo de acuerdo en que el vídeo les permitió trabajar más rápido. Por otro lado, el 73% y el 90% de los estudiantes consideran que, los vídeos y los cuestionarios, respectivamente, ayudan a prevenir errores en el trabajo experimental. En cuanto al impacto sobre la mejora de la seguridad en el laboratorio, el 60% de los estudiantes estuvo totalmente de acuerdo en que los vídeos permiten trabajar de manera más segura, y el 27% estuvo solo parcialmente de acuerdo. Por último, cabe señalar que más del 95% de los estudiantes estuvieron de acuerdo en que esta actividad complementaria mejora la asignatura.

En cuanto al apartado abierto de la encuesta, no hubo comentarios negativos y, entre los positivos, cabe destacar los siguientes:

"Los vídeos previos al laboratorio y los cuestionarios de aprendizaje me ayudaron a preparar la práctica."

"Los vídeos pre-lab son muy explicativos, y los cuestionarios también ayudan, en algunos casos, con cálculos para la preparación de informes."

"Es la primera vez que veo vídeos en una asignatura de laboratorio."

"Los vídeos previos al laboratorio son buenos porque explican las prácticas con algunos detalles más que el guion y esto nos ayuda a la hora de hacer la práctica."

En cuanto al seguimiento realizado por el profesorado, en comparación con los cursos anteriores, se evidenció que, en general, los estudiantes trabajaron con más soltura y autonomía. Se evitó el cúmulo de consultas en los primeros momentos de las sesiones que, en ocasiones, impedía atender con inmediatez a los estudiantes, formándose colas de espera que generaban un cierto agobio. Nos ha parecido que esta actividad ha sido especialmente útil para los estudiantes menos motivados y/o inseguros, y ha evitado errores en aquellos estudiantes más resolutivos que rápidamente empiezan a trabajar sin haber interpretado correctamente el guion escrito. En cierta medida se ha evitado el desánimo que padecen algunos estudiantes cuando no saben cómo empezar y, en algunos casos, el trabajo experimental planificado, se ha completado en

menos tiempo. Así, el profesor, al tener que atender menos consultas sobre los procedimientos, ha podido interactuar más con los estudiantes, corrigiendo hábitos o planteando discusiones que han aportado más criterio y dinamismo al trabajo experimental. De esta manera, la actividad propuesta ha resultado positiva para los

estudiantes, y también para los profesores que pueden guiar las prácticas de una forma menos estresada y más personalizada. Además, este tipo de materiales de apoyo pueden ser muy útiles para aquellos nuevos profesores o colaboradores que imparten la asignatura por primera vez.

Tabla 1. Respuesta de los estudiantes a las preguntas de la encuesta (n=30).

Afirmación a valorar	Nivel de acuerdo con la afirmación ⁽ⁱ⁾				
	5	4	3	2	1
El vídeo me ha ayudado a entender la parte procedimental de la práctica	25 (83%)	5 (17%)	-	-	-
El cuestionario me ha ayudado a entender la práctica	15 (50%)	10 (40%)	4 (7%)	1 (3%)	-
El vídeo me ha permitido preparar la práctica con menos tiempo de estudio	15 (50%)	10 (33%)	4 (13%)	1 (3%)	-
El vídeo me ha permitido trabajar más rápido	15 (50%)	14 (47%)	1 (3%)	-	-
El vídeo me ha ayudado a no equivocarme	17 (57%)	5 (16%)	8 (27%)	-	-
El cuestionario me ha ayudado a no cometer errores	15 (50%)	12 (40%)	2 (7%)	1 (3%)	-
El vídeo me ha permitido trabajar en el laboratorio de forma más segura	18 (60%)	8 (27%)	4 (13%)	-	-
En general, este tipo de vídeos mejoran la asignatura	25 (83%)	4 (13%)	-	1 (3%)	-
En general, este tipo de cuestionarios mejoran la asignatura	21 (70%)	9 (30%)	-	-	-

⁽ⁱ⁾ 5: Muy de acuerdo. 4: Parcialmente de acuerdo. 3: Indiferente. 2: Parcialmente en desacuerdo. 1: Muy en desacuerdo.

Generalmente, en esta asignatura los estudiantes obtienen notas altas, difícilmente mejorables, y por ello, esta actividad complementaria no ha tenido su correspondiente reflejo en una mejora de las calificaciones (las medias de los últimos años no han sido significativamente distintas).

Con base en todos estos resultados, se puede afirmar que a través de la actividad de apoyo propuesta (vídeos previos a la sesión de prácticas más cuestionarios de aprendizaje) se ha transmitido una mayor comprensión de los procedimientos descritos en el guion y se ha logrado un mayor aprovechamiento del trabajo presencial que ha resultado ser especialmente beneficioso en los momentos iniciales de las sesiones, traduciéndose todo ello en una clara y evidente mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje que facilita la

consecución de los objetivos de aprendizaje de la asignatura.

4. PERSPECTIVAS DE MEJORA DE LA ACTIVIDAD

Con base en la valoración descrita, en los próximos cursos, vamos a implantar esta actividad como un recurso de apoyo a los guiones de prácticas, e intentar mejorarla para hacerla más eficiente.

En este sentido, para el curso siguiente, para algunas prácticas, en lugar de dividir la actividad en dos partes: visualización del vídeo y, separadamente, contestar el cuestionario, se elaborarán vídeos interactivos con el objetivo de integrar en un mismo soporte las dos partes de la actividad, haciéndola más dinámica.

En los vídeos interactivos, las preguntas se insertan en los puntos de la línea de tiempo que se consideran más adecuados. Al llegar a una pregunta el vídeo se detiene y el estudiante debe contestar para continuar la visualización. Si no sabe la respuesta, o ha contestado erróneamente, puede volver atrás.

Estos vídeos se pueden elaborar desde la misma plataforma Moodle. En la página de la asignatura, accedemos al banco de contenidos y añadimos un vídeo interactivo. Así, aparece una interfaz que permite subir el vídeo a modificar y añadirle las interacciones que se consideren oportunas, que en nuestro caso serán preguntas a contestar por los estudiantes. Una vez insertadas las interacciones, el nuevo vídeo se pone a disposición de los estudiantes en la página de la misma asignatura insertándolo como una actividad H5P.

5. CONCLUSIONES

La actividad pre-laboratorio llevada a cabo ha resultado ser un recurso útil para mejorar el ritmo de aprendizaje de los estudiantes y, también en gran medida, ha facilitado la labor docente de los profesores.

La actividad ha tenido una buena aceptación por parte de los estudiantes y entendemos que ha sido especialmente positiva para aquellos menos motivados. Como consecuencia de una mejor preparación de las prácticas con base en esta actividad pre-laboratorio, en las sesiones presenciales de laboratorio, han disminuido notablemente las consultas sobre aspectos de procedimiento y las observaciones a realizar por los profesores sobre hábitos de trabajo a mejorar.

Además, este tipo de materiales didácticos pueden ser de interés para los docentes más noveles y/o colaboradores que tengan que impartir la asignatura por primera vez.

Finalmente, como mejora de esta actividad cabe plantear la posibilidad de integrar las preguntas del cuestionario en los mismos vídeos, transformándolos en vídeos interactivos que aporten un mayor dinamismo al trabajo autónomo del estudiante.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto de Investigación e Innovación Educativa (IRIE) de la *Universitat de les Illes Balears*, la subvención recibida para el proyecto titulado "El uso de vídeos en las clases prácticas de Experimentación en Química y su influencia en la adquisición de las competencias" (referencia del proyecto PID 122113).

REFERENCIAS

- [1] L. Morales-Ramos, T. Guzmán-Flores. El vídeo como recurso didáctico para reforzar el conocimiento. *Memorias del Encuentro Internacional de Educación a Distancia* (2014). doi 10.13140/RG.2.1.3144.7521
- [2] K.A.A. Gamage, D.I. Wijesuriya, S.Y. Ekanayake, A.E.W. Rennie, C.G. Lambert, N. Gunawardhana. Online Delivery of Teaching and Laboratory Practices: Continuity of University Programmes during COVID-19 Pandemic. *Educ. Sci.* 10 (2020) 291. doi.org/10.3390/educsci10100291
- [3] R.A. da Silva, F.C. G. C. de Vasconcelos. Learning through chemistry simulations: an analysis of cognitive skill levels. *Educ. Inf. Technol.* 27 (2022) 6967-6987. doi: 10.1007/s10639-022-10911-1
- [4] M. C. Sáiz-Manzanares, M. A. Queiruga-Dios, R. Marticorena-Sánchez, M. C. Escolar-Llamazares, A. Arnaiz-González. Cuestionarios de e-autoevaluación y e-feedback: una aplicación en Moodle. *Eur. J. Health. Research*, 4 (2018) 135-148. doi: 10.30552/ejhr.v4i3.116
- [5] G. Philip. Optimal video length for student engagement. <https://blog.edx.org/optimal-video-length-student-engagement> (último acceso: 16 de marzo de 2023).