

Videotutoriales: Recurso didáctico para prácticas de laboratorio en asignaturas de Ingeniería Química

Alberto Palma López, Miguel Ángel Delgado Canto, Moisés García Morales

Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Ciencia de los Materiales.

Campus de "El Carmen", Universidad de Huelva, España

Resumen

Las asignaturas experimentales del Grado de Ingeniería Química requieren atención individualizada para que los estudiantes comprendan qué, cómo y por qué realizar las actividades en el laboratorio. Sin embargo, en grupos numerosos, la ayuda inmediata por parte del profesorado es limitada y el estudiante puede tener dificultades debido a la falta de experiencia previa en entornos de laboratorio, generándole inseguridad y derivando en un menor aprendizaje. Estas circunstancias han conducido a la implementación de una nueva metodología docente flipped classroom basada en el uso de videotutoriales, diseñados cuidadosamente para cubrir tanto los conceptos fundamentales como los procedimientos experimentales en las prácticas, generando un entorno de aprendizaje más autónomo y un papel más activo del estudiante en su proceso de aprendizaje respecto a los métodos tradicionales.

Palabras clave: Innovación docente, Ingeniería química, Flipped classroom, videotutorial, laboratorio, experimental.

Video tutorials: Didactic Resource for Laboratory Practices in Chemical Engineering Subjects

Abstract

Experimental subjects in the Chemical Engineering Degree require individualized attention so that students can understand what, how, and why to perform the activities in the laboratory. However, in large groups, the immediate help from the teacher is limited and the student may have difficulties due to lack of previous experience in laboratory environments, generating insecurity and resulting in less learning. These circumstances have led to the implementation of a new flipped classroom teaching methodology based on the use of video tutorials, carefully designed to cover both fundamental concepts and experimental procedures in practice, generating a more autonomous learning environment and a more active role for students in the learning process than traditional methods.

Keywords: Innovation, Chemical Engineering, Flipped classroom, video tutorial, laboratory, experimental.

Introducción

La utilización en el ámbito educativo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) representa una alternativa innovadora de los procesos de enseñanza y aprendizaje. No obstante, la evolución de las TIC es tan acelerada que, además de exigir una actualización continua de los docentes, impide analizar el impacto de sus posibilidades educativas (Cabero *et al.*, 2007). La globalización de la educación superior ha introducido nuevos escenarios que requieren modalidades de enseñanza telemáticas, sobre todo a partir de la pandemia de la COVID-19 cuando no era posible la enseñanza presencial.

Las asignaturas experimentales del grado de Ingeniería Química Industrial, dentro del marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), incluyen prácticas de laboratorio como una de sus actividades docentes más comunes. Éstas ofrecen al estudiante la oportunidad de adquirir conocimientos y habilidades prácticas, habilidades interpersonales y de desarrollo personal, que lo formarán como profesional para la vida real (Lucas *et al.*, 2008; Pinto Cañón & Martín Sánchez, 2012).

El proceso de enseñanza-aprendizaje en las sesiones de laboratorio se enfoca en permitir a los estudiantes manejar instrumentos y/o equipos y recopilar datos experimentales útiles para obtener resultados correctos, pero la principal dificultad que encuentran es su falta de experiencia previa en un laboratorio. Por ello, es crucial que los alumnos repitan el protocolo experimental varias veces para asegurar la adquisición de competencias y habilidades prácticas deseadas. Sin embargo, en estas sesiones es común encontrar grupos numerosos y una disponibilidad limitada de recursos instrumentales, obligando a realizar simultáneamente varias prácticas diferentes lo que impide al profesor

atender de forma individualizada a cada estudiante para proporcionarle las pautas clave sobre cada práctica y el manejo de los dispositivos de laboratorio, así como realizar una correcta evaluación de su adquisición de competencias. La experiencia docente de los autores ha constatado, por un lado, que reducir la interacción docente-alumno puede retrasar el proceso de toma de datos por parte de éste y, por otro, que limitar el tiempo disponible para realizar la práctica genera una presión que deriva en impaciencia por comenzar inmediatamente después de leer las instrucciones (guion de prácticas) sin atender a los conceptos teóricos de la práctica o sin llegar a tener una comprensión global de la misma limitando su aprendizaje.

Estas circunstancias evidencian la urgencia de redirigir los métodos de enseñanza-aprendizaje en las asignaturas experimentales hacia enfoques que disminuyan la dependencia directa del profesor. En este sentido, los videotutoriales permiten virtualizar el material docente y han demostrado ser una herramienta didáctica interactiva muy efectiva para prácticas de laboratorio (Wait & Nichols, 2015), pues aportan al alumnado instrucciones claras sobre qué hacer y cómo hacerlo que, de otro modo, con la lectura del guion de prácticas no son capaces de realizar con autonomía. Además, el uso del videotutorial permite una adaptación total a los distintos ritmos de aprendizaje de los alumnos y un acceso ilimitado de visualizaciones antes, durante o después de la sesión práctica (Masats & Dooly, 2011). Con el objetivo de solventar los problemas detectados y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las asignaturas experimentales, el equipo docente, constituido por los autores de este trabajo, ha implementado y evaluado una metodología de “flipped classroom” basada en el uso de videotutoriales.

Metodología

Asignaturas y Participantes

La metodología docente se implementó durante el segundo semestre de los cursos académicos 2021-22 y 2022-23 en tres asignaturas del grado de Ingeniería Química Industrial impartidas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSI) de la Universidad de Huelva. Las asignaturas son “Experimentación en Química (EQ)”, “Experimentación en Ingeniería Química I (EIQ I)” y “Operaciones Unitarias en Ingeniería Química II (OUIQ II)”, todas obligatorias con una duración de 60 horas y pertenecientes al 1º, 3º y 4º curso, respectivamente. El número de alumnos participantes en el estudio fue de 15, 11 y 9 (2021-22) y de 18, 15 y 9 (2022-23), respecto a las tres asignaturas citadas.

Materiales utilizados durante las prácticas de laboratorio

- Guion de prácticas

Antes de las sesiones de laboratorio, los alumnos disponen de las nociones básicas teóricas y procedimentales para el desarrollo de cada práctica a través de un guion de prácticas (plataforma virtual Moodle) que incluye para cada una de ellas un breve resumen, objetivos, reactivos y materiales, fundamento teórico, procedimiento experimental, gráficos y cálculos a realizar y, según el caso, un apartado final de cuestiones.

- Videotutoriales

Los videotutoriales se han diseñado con el objetivo de orientar y mejorar el aprendizaje del alumno al facilitar que, de forma autónoma, logre comprender los conceptos teóricos, los pasos experimentales a realizar, el manejo de equipos de laboratorio y cómo conseguir los datos que le conduzcan a la obtención de los resultados deseados. Además, se permite su visualizado tantas veces como lo necesitare antes, durante o después de realizar la práctica. Los videotutoriales fueron elaborados por cada docente siguiendo una estructura organizativa para darles uniformidad y están disponibles en la plataforma virtual Moodle después de la primera sesión (Ver apartado “Enfoque metodológico de las prácticas de laboratorio”). La grabación y posterior edición del vídeo (incluyendo música y texto) fue realizada utilizando el software Filmora Wondershare Video Editor.

Enfoque metodológico de las prácticas de laboratorio

En las sesiones de laboratorio los alumnos se dividieron en grupos de 2-3 personas. Para cada asignatura, el profesor seleccionó dos prácticas de similar dificultad: práctica 1 “con videotutorial” (CVT) y práctica 2 “sin videotutorial” (SVT). Para cada práctica se establecieron 2 sesiones:

Sesión 1: días antes del inicio, se les proporcionó (plataforma virtual Moodle) y recomendó leer con detenimiento el guion de prácticas como material de apoyo a todos los alumnos a través de una metodología flipped classroom.

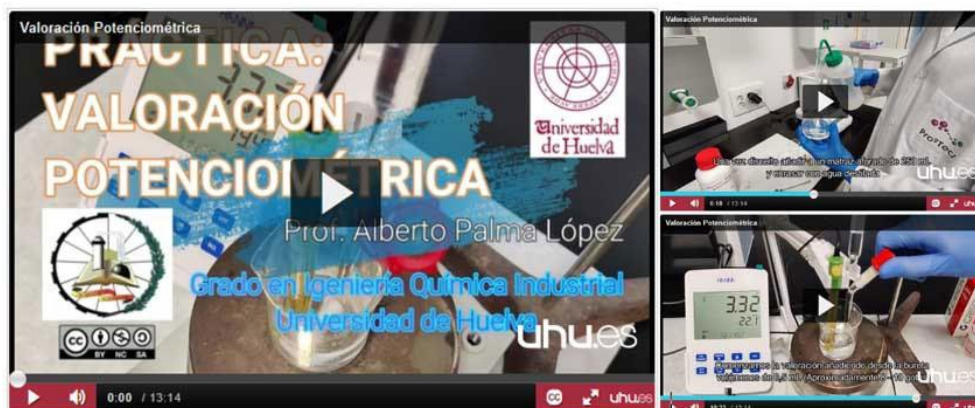


Figura 1. Videotutorial de una práctica de laboratorio realizada en la asignatura de Experimentación en Química (EQ). Disponible en el canal de Youtube “Ing. Química_UHU”.

Sesión 2: realización de las prácticas de laboratorio. Con independencia de si el alumno realizaba la práctica 1 (CVT) o la práctica 2 (SVT), disponía de instrucciones impresas sobre el procedimiento experimental y explicaciones *in situ* sobre el correcto uso de instrumentos o equipos de laboratorio por parte del profesorado que, además, respondía a cualquier duda que pudiese surgir durante el desarrollo de las prácticas. La única diferencia es que los alumnos que realizaban la práctica 1 (CVT) podían ver el videotutorial durante esta sesión todas las veces que lo necesitasen.

Evaluación

Para conseguir una evaluación más completa y precisa de la metodología implementada, los mismos grupos de alumnos deberían realizar las dos prácticas (CVT y SVT) para evaluar ambas desde el mismo punto de vista. La eficacia de la metodología flipped classroom basada en videotutoriales se evaluó a través de la realización de cuestionarios on-line (Google Forms) de 10 cuestiones con 4 respuestas donde tan solo una es correcta. Los alumnos realizaron un primer test (pre-test) tras la primera sesión y antes de la visualización de los videotutoriales para comprobar los conocimientos previos de la práctica. Concluida la segunda sesión habiendo terminado la práctica, éstos respondían a un segundo cuestionario on-line (post-test) con 10 cuestiones teórico-prácticas para evaluar la consecución de los objetivos de aprendizaje previstos.

Por último, se evaluó la valoración personal de los alumnos sobre la metodología desarrollada a través de una encuesta on-line utilizando una escala tipo Likert de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).

Resultados y discusión

La totalidad de los docentes implicados en este estudio coincidieron en la mayor autonomía adquirida por los alumnos que visualizaron el videotutorial que no requirieron de tanta atención del

docente durante el desarrollo de la práctica, hecho que les permitió terminar más rápido la parte experimental y poder repetir la toma de datos un mayor número de veces mejorando sustancialmente los resultados obtenidos. Asimismo, al terminar antes la parte práctica pudieron dedicar más atención a los conceptos teóricos y los cálculos, mejorando la comprensión global de la práctica.

La tabla 1 (parte A) muestra las calificaciones obtenidas en el curso académico 2021-22 por los alumnos en el pre-test y post-test con y sin la visualización del videotutorial y establece una comparativa de los mismos. Se observó una mejora del rendimiento de un 31.7, 11.4 y 41.4% para las asignaturas EQ, EIQ I y OUIQ II respectivamente, para los que utilizaron el videotutorial. El resto de alumnos que no lo visualizó su porcentaje de mejora se redujo considerablemente siendo del 17.0, 0.0 y 7.8% respectivamente. Es importante resaltar que la mejora significativa en los alumnos que visualizaron el videotutorial se produjo mayoritariamente en las cuestiones relacionadas con la parte práctica que en aquellas asociadas a la parte conceptual.

En cuanto a la valoración personal de los estudiantes sobre la metodología flipped-classroom basada en videotutoriales se realizó a través de un cuestionario con 14 cuestiones:

- C1. Me gustaron los tutoriales en vídeo.
- C2. El vídeo tutorial me ha llamado la atención.
- C3. Las explicaciones son claras y fáciles de seguir.
- C4. Me he aburrido viendo el vídeo tutorial.
- C5. La música del videotutorial me distrae.
- C6. ¿Cuántas veces has visto el videotutorial antes de hacer las prácticas?
- C7. Vi el videotutorial durante la práctica para aclarar dudas.
- C8. El videotutorial me fue muy útil para entender el objetivo de la práctica.
- C9. El vídeo tutorial me fue muy útil para aprender el procedimiento experimental para realizar la práctica.
- C10. El vídeo tutorial me fue muy útil para conocer los resultados de aprendizaje propuestos en la práctica.
- C11. Me sentí muy seguro de poder realizar la práctica de forma autónoma después de ver el vídeo tutorial.
- C12. He necesitado la ayuda del profesor para realizar la práctica.
- C13. Considero útil disponer de videotutoriales para todas las asignaturas prácticas de la titulación.
- C14. Valoración global del uso de videotutoriales.

Los resultados se recogen en la Tabla 1 (parte B). Para facilitar la claridad de los resultados, a pesar de que las respuestas reales estaban en una escala de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo), los autores hemos decidido mostrar los resultados agrupados como 1-2 (en desacuerdo) y 4-5 (de acuerdo).

Los resultados (expresados como valor medio de los dos cursos académicos estudiados) obtenidos para las 3 primeras cuestiones asociadas a la aceptación personal del videotutorial en relación a si les gustó, les llamó la atención y presentaba explicaciones claras y fáciles de seguir fue superior al 86.7% para todas las asignaturas

Tabla 1. A) Calificaciones obtenidas por los estudiantes antes (pre-test) y después (post-test) y mejora en los resultados en el curso 2021-22. B) Resultados de la valoración personal de los alumnos sobre la metodología flipped-classroom basada en videotutoriales.

A) Calificaciones de los estudiantes y mejora en los resultados de los test on-line (Curso 2021-22)									
	EQ			EIQ I			OUIQ II		
	Pre-test	Post-test	Mejora	Pre-test	Post-test	Mejora	Pre-test	Post-test	Mejora
1 (CVT)	6.3 ± 1.5	8.3 ± 1.9	31.7%	6.1 ± 2.0	6.8 ± 1.4	11.4%	5.8 ± 1.6	8.2 ± 0.4	41.4%
2 (SVT)	5.9 ± 1.5	6.9 ± 1.5	17.0%	5.3 ± 1.0	4.5 ± 1.0	0%	6.4 ± 0.9	6.9 ± 1.3	7.8%

B) Comentarios de los estudiantes al final de cada sesión práctica (Resultados en %)												
	EQ				wEIQ I				OUIQ II			
	2021-22		2022-23		2021-22		2022-23		2021-22		2022-23	
	1-2	4-5	1-2	4-5	1-2	4-5	1-2	4-5	1-2	4-5	1-2	4-5
C ₁	0.0	93.3	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	93.3	0.0	100.0	0.0	88.9
C ₂	6.7	86.7	0.0	100.0	0.0	81.8	0.0	93.3	0.0	100.0	0.0	88.9
C ₃	0.0	93.3	0.0	94.4	0.0	100.0	0.0	93.3	0.0	77.8	0.0	88.9
C ₄	40.0	46.7	50.0	44.4	90.9	9.1	73.3	20.0	77.8	0.0	33.3	33.3
C ₅	66.7	13.3	61.1	16.7	90.9	9.1	86.7	6.7	55.6	0.0	44.4	44.4
C ₆	42.9	14.3	72.2	5.6	90.9	0.0	66.7	6.7	77.8	11.1	100.0	0.0
C ₇	42.9	35.7	22.2	50.0	63.6	18.2	40.0	60.0	0.0	88.9	44.4	33.3
C ₈	0.0	93.3	0.0	94.4	0.0	90.9	0.0	100.0	11.1	77.8	0.0	55.6
C ₉	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	86.7	0.0	100.0	0.0	66.7
C ₁₀	0.0	93.3	0.0	100.0	0.0	63.6	0.0	66.7	11.1	77.8	0.0	55.6
C ₁₁	0.0	93.3	0.0	94.4	0.0	81.8	0.0	80.0	0.0	100.0	0.0	66.7
C ₁₂	46.7	20.0	22.2	27.8	54.5	27.3	26.7	20.0	33.3	0.0	44.4	22.2
C ₁₃	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	90.9	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	55.6
C ₁₄	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	93.3	0.0	100.0	0.0	77.8

en los dos cursos estudiados. El 88.5% (2021-22) y 80.6% (2022-23) de los estudiantes afirmaron que los videotutoriales les ayudaron a comprender con éxito el objetivo (C8), el procedimiento experimental (C9) y los resultados de aprendizaje (C10) propuestos para la práctica, pese a que algunos admiten haberlo visualizado pocas veces durante la realización de las mismas. No obstante, los datos son excelentes pues indican un aumento en la autonomía del estudiante (C11), un 86.0% de los estudiantes ganó en confianza a la hora de realizar las prácticas prefiriendo recurrir al videotutorial antes que solicitar ayuda al profesor.

Destacar los datos de valoración global del uso de los videotutoriales (C14) y la demanda por parte del alumnado de introducir videotutoriales en el resto de asignaturas prácticas de la titulación de Ingeniería Química Industrial (C13), del 95.2% y 91.1% respectivamente. Resultados muy positivos que reafirman la metodología implementada e incitan a dar continuidad en los próximos cursos académicos y en nuevas asignaturas experimentales de la titulación.

Conclusión

Cuando un alumno se enfrenta a una asignatura experimental con sesiones prácticas encuentra grandes dificultades para comprender qué, cómo y por qué realiza las actividades en el laboratorio. De este modo, requiere de una atención individual y, en ocasiones, inmediata del profesor para iniciar con seguridad el procedimiento experimental o para el correcto manejo de instrumentos. En grupos numerosos esta labor se ve muy limitada lo que conlleva a una falta de autonomía del alumno, miedo a cometer errores o presión añadida al tener un tiempo limitado para realizar la práctica. En estas circunstancias, los autores de este trabajo han implementado y evaluado una metodología flipped classroom basada en los videotutoriales para generar un entorno de aprendizaje más autónomo y activo, que facilite la comprensión de los aspectos teóricos y procedimentales y favorezca la adquisición de las competencias estipuladas en las asignaturas experimentales.

Todos los docentes apreciaron una mejora sustancial en los resultados obtenidos en los post-test en aquellos estudiantes que visualizaron los videotutoriales en comparación con aquellos que no lo habían hecho. Esta mejora también se hizo patente en las sesiones de laboratorio donde estos alumnos ganaron en autonomía, seguridad, eran más conscientes de lo que había que hacer y cómo hacerlo, terminando antes las prácticas, e incluso manejaron el material con mayor eficacia. Además de los datos prometedores en cuanto a resultados de mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, las excelentes valoraciones por parte del alumnado objeto de estudio durante los cursos académicos 2021-22 y 2022-23 a cuestiones acerca de su opinión sobre los videotutoriales, si les ha gustado, si les ha parecido útiles o si desean seguir utilizándolos en otras asignaturas, sirven como indicadores y permiten augurar próximas implementaciones del uso de videotutoriales en otras asignaturas prácticas del Grado de Ingeniería Química de la Universidad de Huelva.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte de un proyecto de innovación docente financiado por la Universidad de Huelva en 2021/22. Los autores agradecen su apoyo financiero.

Referencias

- Cabero, J., García -Domingo, A., Gallego Gil, J., Catalina, M., Roig, R., Aguaded, I., ... Castaño, C. (2007). *Nuevas tecnologías Aplicadas a la Educación*. McGraw-Hill.
- Lucas, S., García, P. A., Bolado, S., García, M. T., González, G., Uruña, A. (2008). Teaching and learning strategies and evaluation changes for the adaptation of the Chemical Engineering degree to EHES. *Education for Chemical Engineers*, 3(1), 33–39.
- Masats, D., Dooly, M. (2011). Rethinking the use of video in teacher education: A holistic approach. *Teaching and Teacher Education*, 27(7), 1151–1162.
- Pinto Cañón, G., Martín Sánchez, M. (2012). *Enseñanza y divulgación de la Química y la Física*. Madrid, España: Ibergarceta Publicaciones, S.L.
- Wait, I. W., Nichols, A. P. (2015). Virtualization of engineering laboratory experiments: Opportunities and limitations. In *QScience Proceedings* (Vol. 34, pp. 2–5).