

# Implementación de Laboratorios Virtuales aplicados a los Materiales de Construcción para la resolución de cuestionarios en Moodle

## Implementation of virtual laboratories applied to construction materials for the resolution of questionnaires in Moodle

Ana Patricia Pérez Fortes<sup>1</sup>, Mario Bermejo<sup>2</sup>, Lucía López-de Abajo<sup>1</sup>, Jaime C. Gálvez<sup>1</sup>, Encarnación Reyes<sup>1</sup>, Alejandro Enfedaque<sup>1</sup>  
anapatricia.perez@upm.es; mario.bermejocastro@slu.edu; lucia.lopezdeabajo@upm.es; jaime.galvez@upm.es; encarnacion.reyes@upm.es; alejandro.enfedaque@upm.es

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Civil: Construcción  
Universidad Politécnica de Madrid  
Madrid, España

<sup>2</sup>Department of Engineering  
Saint Louis University (Campus Madrid)  
Madrid, Spain

**Resumen-** Durante el curso 2022/23 se ha implementado un Laboratorio Virtual, utilizando la plataforma Moodle, para la resolución de un cuestionario asociado a las clases de laboratorio de la asignatura Materiales de Construcción de grado de Ingeniería Civil. Dicho recurso, reproduce los experimentos realizados, de tal forma que los estudiantes tienen que volver a manipular virtualmente los equipos empleados en el laboratorio para obtener los datos necesarios para resolver el cuestionario propuesto. Los resultados obtenidos de esta experiencia han sido muy positivos. El 100 % de los estudiantes superaron el cuestionario, siendo la nota media de 9,23. Además, se realizó una encuesta de satisfacción donde más del 90 % de participantes opina que el Laboratorio Virtual es un recurso muy didáctico y recomienda su implementación en futuros cursos.

**Palabras clave:** *Ingeniería Civil, Materiales de Construcción, Laboratorio Virtual, Moodle, Cuestionarios en línea.*

**Abstract-** During the 2022/23 academic year, a virtual laboratory associated to a Moodle questionnaire has been implemented in a subject related to the learning of Construction Materials in Engineering. This multimedia resource reproduces the experiments performed in the laboratory. Thus, the students must virtually manipulate again the devices used in the class to solve the questionnaire proposed in Moodle. The results obtained from this experience have been very positive. 100% of the students passed the questionnaire, with the average grade being 9.23. In addition, a satisfaction survey was carried out where more than 90% of participants believe that the virtual laboratory is a very didactic resource and recommends its implementation in future courses.

**Keywords:** *Civil Engineering, Construction Materials, Virtual Laboratory, Moodle, Online Questionnaire.*

### 1. INTRODUCCIÓN

Durante la pandemia provocada por el COVID-19, las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) se han instalado definitivamente en la educación universitaria como una herramienta más de aprendizaje de los contenidos tanto teóricos, como prácticos y experimentales de los grados de Ingeniería (Alarcón et al., 2021; Díaz Vera et al., 2021). Por este motivo, aunque en Ingeniería la enseñanza experimental es

fundamental para el aprendizaje de los conceptos teórico-prácticos desarrollados en clase, las TIC se emplean cada vez más para reforzar dichos conceptos. Estas herramientas no son sólo útiles para dicho refuerzo, sino que, además, combinadas con otras actividades como, pueden ser los cuestionarios, permiten la autoevaluación de los contenidos por parte de los estudiantes (Camacho Peñalosa et al., 2008; Mendoza et al., 2022). Además, aunque las clases de laboratorio tradicionales son esenciales para la comprensión de una asignatura, ya que suponen una aplicación real y directa de los conceptos teóricos adquiridos, así como del desarrollo de ciertas competencias transversales como son el análisis y la síntesis de datos (Pérez-Fortes et al., 2021), tienen ciertas limitaciones de espacio, tiempo y personal (Boxal and Tait, 2008; McCabe et al., 2019). En las universidades, con un elevado número de alumnos, es difícil disponer de espacios lo suficientemente grandes, así como de los equipos de laboratorio y del personal cualificado necesario para poder atender a dicho número de alumnos. Estas limitaciones son especialmente acusadas si es necesario repetir alguno de los experimentos realizados en clase para aclarar cualquier tipo de duda que al alumno le pueda surgir en casa una vez asimile los conceptos explicados. Especialmente en las universidades, los laboratorios son un importante recurso investigador que dificulta agendar la resolución experimental de este tipo de dudas fuera de las horas lectivas.

Por estos motivos, en la presente asignatura de Materiales de Construcción, en la que se realizan dos clases de laboratorio de apoyo, y enmarcado dentro de un Proyecto de Innovación Docente, se ha diseñado un sistema de evaluación de los conocimientos del alumno a través de un sencillo Laboratorio Virtual. Dicho Laboratorio Virtual se ha integrado en un cuestionario de Moodle donde los estudiantes deben realizar la simulación de los experimentos realizados en clase para obtener los datos necesarios para resolver los correspondientes problemas del cuestionario. De este modo, el estudiante repasa y refuerza los contenidos y procedimientos aprendidos en clase, sin la limitación de equipos, personal, tiempo y espacios que supone el desarrollo de un laboratorio convencional.

Finalmente, los resultados de esta experiencia han sido evaluados comparando el porcentaje de participación y las notas

obtenidas durante el presente curso con las notas obtenidas en el curso anterior mediante la realización de una tarea convencional a través de Moodle. Igualmente, al final del semestre, se realizó una encuesta a los estudiantes de la asignatura sobre el uso del Laboratorio Virtual para conocer su grado de satisfacción cuyos resultados serán analizados en este artículo.

## 2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

Las clases de laboratorio de la presente asignatura de Materiales de Construcción se comenzaron a impartir durante el curso 2020/2021 para motivar a los estudiantes a participar en el sistema de evaluación continua. Dichas clases son de carácter voluntario, con una hora y media aproximada de duración y pueden sumar hasta un punto extra de las notas de evaluación continua de los estudiantes sin suponer ningún tipo de penalización. Dicha nota se basa en la calificación de un trabajo que los estudiantes deben realizar en casa basado en los datos obtenidos en el laboratorio a partir de los diferentes experimentos realizados.

Hasta el presente curso, dicho trabajo consistía en resolver una serie de problemas y cuestiones propuestos como una tarea en la plataforma Moodle, donde, mediante el sistema de comentarios de dicha plataforma, el profesor podía indicar los posibles errores de cada estudiante. De este modo, el estudiante podía revisar y reforzar aquellos conceptos en los que había fallado. Sin embargo, mediante este sistema de corrección, se detectó que los alumnos erraban especialmente en las cuestiones teóricas propuestas en la tarea, indicando la necesidad de reforzar ciertos conceptos fuera de las horas lectivas reservadas en el laboratorio.

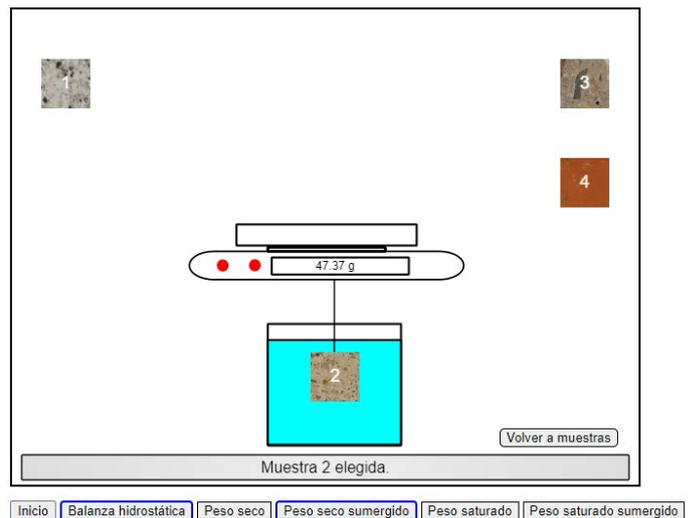
La dificultad para poder reservar el laboratorio y los equipos empleados fuera de dichas horas lectivas, así como la falta de tiempo de los estudiantes, supone un problema a la hora de poder repetir los ensayos propuestos en clase para poder resolver las posibles dudas que puedan surgir a los estudiantes durante la realización del trabajo propuesto y el estudio de los contenidos teóricos de la asignatura relacionados con dichos experimentos. Por estos motivos, se diseñó un sencillo Laboratorio Virtual capaz de simular los experimentos realizados en la clase de laboratorio. Una vez diseñado dicho Laboratorio, se ideó un cuestionario asociado en Moodle para la evaluación de los conocimientos adquiridos por el alumno en clase.

### A. Diseño del Laboratorio Virtual para el cálculo de las densidades y porosidades de los materiales de construcción

El diseño del Laboratorio Virtual para el cálculo de las densidades y porosidades de los materiales de construcción se ideó como una forma de refuerzo para los conceptos explicados en la primera práctica de la asignatura.

El Laboratorio Virtual se ha desarrollado en lenguaje JavaScript, lo que permite que sea integrado en cualquier plataforma web, en este caso en Moodle. El objetivo del Laboratorio es reproducir el ensayo real realizado en clase, con una representación conceptual de los aparatos y muestras (Figura 1), manteniendo una interfaz sencilla que permita al estudiante enfocarse en aprender el proceso de medición y obtención de datos. Para ello, el laboratorio virtual dispone de un menú que indica en todo momento qué ensayo se está

realizando y ofrece la posibilidad, con una navegación no lineal, de realizar 37 medidas en el orden que el alumno desee, con opción de repetición de cualquiera de ellas.



**Figura 1. Captura de pantalla del Medidor Virtual de densidades y porosidades de Materiales de Construcción diseñado.**

Aunque el Laboratorio se ha diseñado, como se ha mencionado en el párrafo anterior, para un uso de forma muy intuitiva mediante imágenes, se creó un sencillo manual de usuario que se dejó disponible en Moodle para resolver las posibles dudas que pudieran surgirles a los estudiantes en casa sobre la manipulación de las muestras, la obtención de datos y el cálculo de resultados.

### B. Implementación del Laboratorio Virtual en un cuestionario de Moodle

Una vez diseñado el Laboratorio Virtual y puesto en marcha, se creó un cuestionario en Moodle con preguntas tipo test, donde los estudiantes tenían que resolver una serie de cuestiones teórico-prácticas usando los datos obtenidos mediante el manejo de los equipos de laboratorio y muestras propuestos virtualmente (Figura 1). De este modo, el estudiante en casa y mediante el uso de las TIC, repasa y refuerza los contenidos y procedimientos aprendidos en clase, sin la limitación de equipos, personal, tiempo y espacios que supone el desarrollo de un laboratorio convencional. Igualmente, se agiliza y personaliza el procedimiento de evaluación de su trabajo mediante el conocimiento automático de su nota y el sistema de retroalimentación y autoevaluación disponible en Moodle. Para ello, se dispuso de un enlace en Moodle con el que se abría en una ventana adicional el Laboratorio Virtual. Una vez abierto el Laboratorio, los estudiantes accedían al cuestionario disponiendo de un tiempo limitado para poder resolver las preguntas propuestas y de un solo intento, tanto para contestar las preguntas como el cuestionario completo.

Además, el Laboratorio Virtual estuvo abierto hasta el final del semestre para que los estudiantes pudieran usarlo para resolver sus dudas una vez corregido el cuestionario y durante el estudio de la asignatura para los exámenes finales.

### 3. RESULTADOS

Durante el presente curso 2022/2023, el 98 % de los estudiantes que asistieron a las clases de laboratorio realizaron el cuestionario asociado al Laboratorio Virtual propuesto en Moodle, lo que supuso sólo un 2 % de abandono de la actividad (Figura 2). Este porcentaje es similar al 3 % de alumnos que no presentaron el trabajo de prácticas durante el curso 2021/2022. De forma similar, en el curso 2021/2022 el 94 % de los alumnos aprobaron la tarea propuesta, mientras que en el presente curso 2022/2023, el 100 % de los alumnos aprobaron el cuestionario. Además, cabe mencionar que la nota media de los estudiantes en el curso 2021/2022 fue de 7,99 sobre 10, frente a 9,23 sobre 10 alcanzado durante el curso 2022/2023.



**Figura 2. Intervalos de calificaciones y porcentaje de participantes que obtuvieron una calificación dentro de dichos rangos durante el curso 2022/2023.**

Por tanto, aunque ya en cursos anteriores el rendimiento y las notas de los estudiantes en esta práctica eran buenos, se ha conseguido mejorar ambos factores mediante la implantación del Laboratorio Virtual.

Como se ha mencionado anteriormente, una vez finalizada la asignatura se realizó una encuesta a través de Moodle a los estudiantes que acudieron a las clases de laboratorio para conocer su grado de satisfacción sobre la implantación del Laboratorio Virtual diseñado y la resolución del cuestionario asociado. De los 178 estudiantes que asistieron a las clases de laboratorio, contestaron a la encuesta 55, lo que supone un 31 % de participación en la encuesta. De los estudiantes encuestados, el 89 % tardó menos de 3 horas en realizar el trabajo de prácticas (el tiempo medio de realización del cuestionario fue de 45 minutos), mientras que el 58 % de los encuestados emplearon más de 3 horas en realizar el trabajo asociado a la segunda práctica de laboratorio que consistió en completar una tarea tradicional a través de Moodle. El 85 % de los encuestados consideró que el Laboratorio Virtual es una herramienta fácil de usar y el 73 % consideró también que es una herramienta que les ayudó también a repasar y comprender mejor los conceptos explicados en clase. El 63 % de los encuestados opina, además, que el Laboratorio Virtual ha reflejado fielmente los experimentos realizados en clase. Como se ha mencionado en el Apartado 2A, se creó un sencillo manual de usuario del Laboratorio Virtual que está disponible en Moodle para su consulta del que el 24 % de los estudiantes consideró que era un recurso necesario para manejar la aplicación y el 53 % de los estudiantes consideró importante

para resolver cuestiones puntuales. El 23 % restante de los encuestados afirmaron no haber necesitado utilizar el manual.

En cuanto a la implementación del cuestionario, el 80 % de los encuestados considera que el uso del Laboratorio Virtual para obtener los datos necesarios para poder resolver el cuestionario les resultó un proceso ameno y fácil. Igualmente, el 73 % de los encuestados considera que esta actividad combinada les ha ayudado a entender mejor los conceptos teóricos explicados en clase y en el laboratorio. Además, un 44 % de los estudiantes opina que el sistema de calificación directa del cuestionario y poder localizar los errores les ha ayudado a detectar qué contenidos de ese tema debían reforzar en casa. Cabe mencionar que un 5 % de los estudiantes encuestados prefiere que se implante el sistema tradicional de entrega de tarea a través de Moodle ya que les resultó tedioso y difícil tener que obtener los datos del Laboratorio Virtual para resolver el cuestionario propuesto en Moodle.

Como se ha mencionado también anteriormente, el Laboratorio Virtual se dejó abierto en Moodle para su uso hasta finalizar la asignatura para su uso como herramienta de repaso. En este sentido, el 96 % de los estudiantes encuestados está de acuerdo o muy de acuerdo con que el Laboratorio Virtual esté disponible, no sólo para la resolución del trabajo de prácticas, sino también para el repaso de los conceptos teóricos relacionados con el tema, especialmente antes de los exámenes. Igualmente, el 98 % de los encuestados piensa que los contenidos digitales de este tipo facilitan el aprendizaje de los conceptos teóricos que se enseñan en clase.

Finalmente, el 93 % de los alumnos encuestados recomiendan que en años posteriores se continúe calificando el primer trabajo de laboratorio mediante la actividad combinada del uso del Laboratorio Virtual y del cuestionario en Moodle.

### 4. CONCLUSIONES

Durante el presente curso 2022/2023 se implantó una actividad combinada consistente en el uso de un Laboratorio Virtual y un cuestionario de Moodle para calificar un trabajo de clase en una asignatura de Materiales de Construcción. Mediante la comparación de las calificaciones obtenidas en dicho curso y en el curso anterior y la realización de una encuesta de satisfacción se concluye que:

- Aunque de partida el rendimiento y las notas de los estudiantes es alto en las clases de laboratorio, la implementación del Laboratorio Virtual ha aumentado más de un punto la nota media del trabajo requerido.
- Aunque los alumnos debían primero aprender a manejar el Laboratorio Virtual para poder hacer el cuestionario, el tiempo medio empleado en realizar la tarea ha sido menor que el empleado en realizar otro trabajo mediante la entrega de una tarea tradicional a través de Moodle.
- En general, los estudiantes consideran que el Laboratorio Virtual es una herramienta sencilla, fácil de usar, que les ha servido también para repasar los conceptos teóricos expuestos en clase antes de los exámenes.
- La disponibilidad de un sencillo manual de uso del Laboratorio Virtual en Moodle ha sido una herramienta útil para resolver las posibles dudas de uso que les haya podido surgir a los estudiantes en casa.

- El uso de este tipo de recursos digitales facilita el aprendizaje y refuerzo de los contenidos teóricos explicados en clase.

La experiencia, por tanto, ha sido muy positiva y amena para los estudiantes y ellos mismos proponen que se mantenga esta actividad en cursos posteriores. Igualmente, el Laboratorio Virtual diseñado, puede emplearse como herramienta didáctica en aquellos grados de Ciencias e Ingeniería que lo soliciten y adaptarse para la enseñanza de conceptos básicos como densidad y porosidad en Bachillerato.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado gracias al Proyecto de Innovación Educativa “Implementación de actividades de gamificación y laboratorios virtuales para reforzar el aprendizaje experimental de los materiales de construcción (IE22.0408)” financiado por la Universidad Politécnica de Madrid. Además, los autores quieren agradecer a los estudiantes de la asignatura de Materiales de Construcción I del Grado de Ingeniería Civil y Territorial de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de la UPM su participación, tanto en las clases de laboratorio, como en la encuesta sobre dichas clases.

#### REFERENCIAS

- Alarcón, C. H. M., León, C. E. D., Donoso, L. J. G., Tinoco, L. M. E., & Alarcón, F. P. M. (2021). Metodología de formación educativa basada en entornos virtuales de aprendizaje para estudiantes de Ingeniería Civil. *Dominio de las Ciencias*, 7(2), 530-550.
- Boxall, J., & Tait, S. (2008, August). Inquiry-based learning in civil engineering laboratory classes. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Civil Engineering*, 161 (3), 138-143.
- Camacho Peñalosa, M., Masero Moreno, I., García Moreno, M., Vázquez Cueto, M. J., & Zapata Reina, A. (2008). Motivar a la autoevaluación y el autoaprendizaje de las Matemáticas a través de las TIC. *Jornadas de Innovación Universitaria* (5ª. 2008. Madrid).
- Díaz Vera, J. P., Ruiz Ramírez, A. K., & Egúez Cevallos, C. (2021). Impacto de las TIC: desafíos y oportunidades de la Educación Superior frente al COVID-19. *Revista Científica UISRAEL*, 8(2), 113-134.
- McCabe, B., Pantazidou, M., & Phillips, D. (Eds.). (2019). *Shaking the Foundations of Geo-Engineering Education*. CRC Press.
- Mendoza, A. C. D., Izco, Á. M., Ciriza, E. A., Ballester, L., & Urteaga, A. G. (2022). Ejercicios de autoevaluación y mejora del rendimiento académico. En *La innovación como motor para la transformación de la enseñanza universitaria* (pp. 35-40). Universidad de La Rioja.
- Pérez-Fortes, A. P., Ruiz, J. C. G., Pozo, E. R., & Díaz, A. E. (2021). Importancia de las clases de laboratorio en la motivación de los alumnos de la asignatura Materiales Construcción. En *Innovaciones docentes en tiempos de pandemia. Actas del VI congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación, CINAIC 2021* (pp. 286-289). Servicio de Publicaciones.