

# CREACIÓN DE MATERIAL DOCENTE MULTIMEDIA INTERDISCIPLINAR PARA EL DESARROLLO DE UN LABORATORIO VIRTUAL DE ENSAYOS TECNOLÓGICOS

Ana Cristina García Cabezón<sup>1</sup>, Fernando Martín Pedrosa<sup>1</sup>, Celia García Hernández<sup>1</sup>, Clara Pérez González<sup>1</sup>, Elian Diez Arranz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Escuela de Ingenierías Industriales  
crigar@uva.es

**RESUMEN:** EL proyecto general consiste en la creación de una plataforma on-line de un Laboratorio Virtual de Ciencia e Ingeniería de Materiales para los alumnos de Grados en el ámbito de la Ingeniería Industrial de la Universidad de Valladolid centrado en este caso particular en el desarrollo de Ensayos Tecnológicos para el Control de Calidad de Material de interés industrial. Se han llevado a cabo las diferentes fases en las que se ha concretado este proyecto. Estas fases han consistido en la revisión bibliográfica de la temática, en la preparación de probetas para la realización de ensayos de caracterización tecnológico, en la elaboración de material didáctico como manuales de prácticas de laboratorio, en el diseño y elaboración de material audiovisual y en la realización práctica de la plataforma on-line. Par completar el trabajo se han las unidades didácticas de apoyo y como última fase del proyecto se está actualmente incorporando toda la información a la plataforma on-line para unificar el formato con el otros laboratorios de caracterización microestructural y mecánica diseñados por el grupo de trabajo del proyecto.

**PALABRAS CLAVE:** proyecto, innovación, docente, docencia, prácticas, laboratorio, taller.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto nos ha permitido diseñar un material docente de fácil acceso para el estudiante que le permitirá adquirir conocimientos y habilidades relevantes en las asignaturas de Ciencia de Materiales y de Ingeniería de Materiales. El material docente de carácter práctico e innovador al que tendrá acceso el alumno se espera que mejore el proceso enseñanza-aprendizaje, a partir de un mayor conocimiento y una mejor comprensión de técnicas y ensayos tecnológicos que nos permitan conocer cómo se comportan los materiales ante los diferentes procesos de conformado a los que son sometidos a nivel industrial, así como predecir los posibles problemas de comportamiento en servicio que pueden surgir durante su uso industrial [1].

Este Proyecto de Innovación Docente se pretende aplicar a dos asignaturas distintas, pero con un papel más relevante en la docencia de la asignatura de Ingeniería de Materiales, el elevado número de alumnos de prácticas por grupo, las limitaciones de espacio y tiempo para realizar ensayos sobre diferentes tipos de materiales, este nuevo recurso didáctico complementa y ayuda al aprendizaje a la vez que dota al alumno de mayor autoconfianza a la hora de realizar los ensayos en el laboratorio real y le permitirá reforzar los conocimientos adquiridos, igualmente es muy interesante para completar la docencia on-line de la asignatura en el caso de que las circunstancias así lo exijan.

Se espera conseguir un modelo de enseñanza-aprendizaje más dinámico, agradable, atractivo y de mayor calidad, de las asignaturas relativas a la Ciencia de Materiales e Ingeniería de Materiales. Pretende conseguir una intervención más activa del alumno, pues este puede experimentar, por su cuenta y en el momento que desee lo que se explica en las clases de teoría y se realiza en las prácticas de laboratorio.

Este método no supone eliminar las prácticas de laboratorio real de Ensayos de Materiales sino por el contrario ser su complemento al interesar y motivar a los alumnos en el trabajo experimental, y conseguir un mayor aprovechamiento de su esfuerzo. Se pretende promover el trabajo autónomo del alumno, pero no eliminar el papel clave del profesor que llevará a cabo un seguimiento continuo del proceso de aprendizaje de los alumnos y les apoyará y proporcionará los recursos que precisen en cada momento.

Los estudiantes pueden mejorar sus habilidades y conocimientos a través del laboratorio virtual realizando prácticas de corrosión [2] y desgaste [3] de forma segura y muy cercana a la realidad. Se sabe que la educación a través de laboratorios juega un papel muy importante en el desarrollo de nuestros estudiantes [4]. Más allá de los conceptos y los principios, es conocido por todos que las

prácticas de laboratorio ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades profesionales fundamentales tales como la solución de problemas, el diseño de nuevas aplicaciones, y la identificación de problemas [5,6]. No obstante, en el caso de las asignaturas que nos ocupan hay limitaciones temporales económica y de espacio en el uso de laboratorios [7-10]. Para reducir dichas limitaciones, nosotros como educadores hemos tratado de completar estas prácticas de laboratorio con nuevas tecnologías emergentes que permiten contar con laboratorios más inclusivos, creativos, y efectivos. Entre estas tecnologías, los laboratorios virtuales se están volviendo muy populares en la educación de la ingeniería y las ciencias [11].

## GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

Objetivos	Acción	Recursos utilizados	Grado de consecución
1. El objetivo fundamental es completar el Laboratorio Virtual de Materiales del que se dispone actualmente con nuevas metodologías de ensayo, en concreto en este caso se realizará el diseño y aplicación de una plataforma on-line de un Laboratorio Virtual de Ensayos Tecnológicos en los que el alumno se familiarice con los principales ensayos tecnológicos realizados a nivel industrial. Se trabajará con tres grupos de ensayos fundamentales: Ensayos de Conformado, Ensayos de Corrosión y Ensayos de Desgaste.	1.a Estudio bibliográfico	Material disponible laboratorio	Finalizado
	1.b Elaboración vídeos de ensayos de conformado: plegado, flexión, embutición, etc. Elaboración de vídeos de corrosión y desgaste: niebla salina, pérdida en peso, electroquímicos, etc.	Material metálico Medios de ensayo Máquina Universal Ensayos Potenciostato Analizador Impedancias Tribómetro	Finalizado
2. Completar el nuevo material formativo del que actualmente se dispone para el apoyo a la docencia práctica de las asignaturas de Ciencia de Materiales y de Ingeniería de Materiales, adaptándolo a las nuevas tecnologías de la comunicación, con el objeto de favorecer el autoaprendizaje y potenciar la adaptación del alumno al Espacio Europeo de Educación Superior. Para ello se pretende que el alumno realice un aprendizaje basado en cuestiones.	2.a Elaboración de unidades didácticas de apoyo al material audiovisual. Estudio de casos prácticos.	Manuales de texto	Finalizado
	2.b Realización de serie de actividades interactivas, donde el alumno refuerce los conocimientos adquiridos a través de preguntas de respuesta múltiple. Test de Autoevaluación		Finalizado

Objetivos	Acción	Recursos utilizados	Grado de consecución
3. Introducir una metodología de prácticas innovadora que motive al alumno y a la vez le permita comprobar por sí mismo si los conocimientos han sido correctamente adquiridos mediante un sistema de autoevaluación	3.a Creación de tutoriales, desarrollo de las aplicaciones informáticas y generación de la plataforma donde se ubique el laboratorio virtual		Finalizado
	3.b Publicación y Comunicación a Congresos		En ejecución

### INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y DE CONTROL

Para el control y la evaluación del proyecto y de sus resultados se han realizado varios mecanismos.

En el caso de la asignatura de Ciencia de Materiales se ha realizado una prueba tipo test, que formará parte de lo que se denominan contenidos prácticos de la asignatura, y permitirá conocer el papel de esta herramienta en el aprendizaje de contenidos expuestos en clase y a la vez servirá para comprobar la consecución de los objetivos propuestos.

Para la asignatura de Ingeniería de Materiales se ha proyectado la realización de una breve prueba tipo test al principio de cada clase práctica con objeto de saber cómo evoluciona el aprendizaje autónomo del alumno, y conocer el interés general en la asignatura. Esta actividad se realizará en el próximo curso académico ya que no hay sido posible incluirla en el programa del curso por limitaciones temporales. Tal y como se viene realizando al final de las sesiones prácticas se procederá a la evaluación final que incluye la realización de un examen global consistente en conocer el fundamento teórico y saber realizar a nivel práctico los ensayos de comportamiento en servicio más relevantes a nivel industrial.

Se ha desarrollado una encuesta anónima con cuestiones relativas a aspectos varios del material suministrado. Las encuestas valorarán los siguientes aspectos: facilidad de uso, realismo, motivación por ser una herramienta intuitiva y de fácil comprensión, calidad didáctica, aplicación didáctica, contribución del material a la comprensión de la asignatura, posibles mejoras, etc.) que se suministrará a los alumnos que realicen la práctica el próximo curso académico para recoger el grado de utilidad y satisfacción de la nueva herramienta utilizada en cuanto a su eficacia para su autoaprendizaje y en el caso de la asignatura de Ingeniería de Materiales evaluar su efecto en la posterior realización del ensayo en el laboratorio.

Finalmente se va a realizar un estudio comparativo relativo al nivel de esfuerzo, de dedicación del alumno y de los éxitos obtenidos con este tipo de aprendizaje. En el caso de la asignatura de Ingeniería de Materiales se llevará a cabo un estudio comparativo de las calificaciones de los alumnos que realizaron las prácticas en años anteriores con la metodología clásica y los de quienes las realicen con la nueva metodología.

### RESULTADOS

Entre los resultados más relevantes del proyecto cabe destacar los siguientes. Se dispone de material didáctico y material audiovisual específico sobre ensayos de desgaste y corrosión que se va a integrar en la plataforma on-line que el área de Ciencia de Materiales ha desarrollado para crear un laboratorio virtual de caracterización y análisis del comportamiento en servicio de materiales metálicos. Los beneficiarios potenciales del proyecto serán los alumnos de la Escuela de Ingenierías Industriales en sus diferentes titulaciones de grado, así como el profesorado del área de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Se dispondrá de una plataforma en la que el alumno podrá realizar de forma virtual algunas de las prácticas de la asignatura y podrá comprobar el grado de conocimiento adquirido sobre el tema mediante un cuestionario de autoevaluación. Otro resultado relevante del proyecto es el aprendizaje basado en cuestiones prácticas que el alumno podrá realizar sobre dos áreas temáticas de

de interés en ingeniería metalúrgica: corrosión y desgaste. Dos de los problemas más graves tecnológica y económicamente que presentan los materiales metálicos durante su vida en servicio.

En cuanto al material docente diseñado se dispone de manuales de texto para cada uno de los ensayos, secuencias de vídeo de cada ensayo y la página web que engloba lo anterior incluyendo el test de autoevaluación del alumno con retroalimentación para potencial el proceso de aprendizaje.

### **DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Se han presentado dos trabajos en dos Congresos Nacionales de Innovación Docente. En concreto se ha presentado en formato postér el trabajo de título "LABORATORIO VIRTUAL DE ENSAYOS TECNOLÓGICOS" basado en el tema del proyecto en la VII Jornada de innovación docente de la Universidad de Valladolid celebrada el pasado día 16 de junio de 2023. Se ha participado con una comunicación en el Congreso USATIC 2023 celebrado los días 3, 4 y 5 de julio de 2023. En este caso el título de la presentación ha sido el siguiente: Laboratorio Virtual de Ensayos Tecnológicos de Desgaste y Corrosión para el Control de Calidad de Materiales.

Se está preparando un artículo para realizar una publicación en revista de innovación docente de impacto.

### **DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Este proyecto nos ha permitido diseñar un material docente de fácil acceso para el estudiante que esperamos le permita adquirir conocimientos y habilidades relevantes en las asignaturas de Ciencia de Materiales y de Ingeniería de Materiales. Se trata de un material docente de carácter eminentemente práctico que viene a reforzar una de las carencias que hemos visto en nuestras asignaturas que es la falta de conocimiento prácticos dado el escaso tiempo del que se dispone y del elevado número de alumnos con el que contamos al margen de las dificultades derivadas de la falta de infraestructuras y equipamiento.

Se trata de un proyecto innovador, hay muchos vídeos y manuales de prácticas de ensayos de materiales, pero son mera recopilación de datos y material audiovisual. Y hemos pensado ir un paso más allá de modo que el alumno pueda interactuar. En base a ello pretendemos conseguir una intervención más activa del alumno, pues este puede experimentar, por su cuenta y en el momento que desee lo que se explica en la clase teórica. Con ello se espera mejorar tanto la enseñanza como el aprendizaje, a partir de un mayor conocimiento y una mejor comprensión de técnicas y ensayos de comportamiento en servicio de materiales metálicos que nos permiten introducir al alumno en el control de calidad y el análisis de fallos de los materiales de interés industrial.

### **CONCLUSIONES Y POSIBILIDADES DE GENERALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA**

Este proyecto de innovación docente en combinación con los creados en dos anteriores ediciones nos ha permitido conseguir material docente suficiente para desarrollar una plataforma on-line de un Laboratorio Virtual de Ciencia e Ingeniería de Materiales para los alumnos de Grados en el ámbito de la Ingeniería Industrial de la Universidad de Valladolid. Trasladable a otras áreas de conocimiento en las que el número elevado de alumnos en las prácticas de laboratorio haga útil la complementación de las clases prácticas con este laboratorio virtual.

Finalmente comentar que la retroalimentación que nos ha llegado sobre la utilización de esta plataforma por parte de los alumnos ha sido exitosa y por ello no descartamos utilizar esta herramienta para realizar laboratorios virtuales con temáticas asociadas a procesos industriales como los tratamientos térmicos y técnicas de conformado.

### **REFERENCIAS**

1. Callister, R. Ciencia e Ingeniería de Materiales. Reverté. **2016**, 117-145.
2. Gonzalez Fernandez, J.A., N. Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión. CENIM. 1984, 25-57.
3. Normas ASTM G-99, ASTM, 1993, 399-402
4. Sheppard, S.D., Macatangay, K., Colby, A., & Sullivan, W.M. (2008). Educating Engineers: Designing for the Future of the Field. Jossey-Bass.

5. Feisel, L. D., & Rosa, A. J. (2005). The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 121–130. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00833.x>Wankat & Oreovicz, 2015)
6. Wankat, P. C., & Oreovicz, F. S. (2015). *Teaching engineering* (2nd ed.). Purdue University Press.
7. Abdulwahed, M., & Nagy, Z. K. (2014). The impact of different preparation modes on enhancing the undergraduate process control engineering laboratory: A comparative study. *Computer Applications in Engineering Education*, 22(1), 110–119. <https://doi.org/10.1002/cae.20536>
8. Achumba, I. E., Azzi, D., Dunn, V. L., & Chukwudebe, G. A. (2013). Intelligent performance assessment of students' laboratory work in a virtual electronic laboratory environment. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 6(2), 103–116. <https://doi.org/10.1109/TLT.2013.1>
9. Bhargava, P., Antonakakis, J., Cunningham, C., & Zehnder, A. T. (2006). Web-based virtual torsion laboratory. *Computer Applications in Engineering Education*, 14(1), 1–8. <https://doi.org/10.1002/cae.20061>
10. Magana, A. J., & Coutinho, G. S. (2017). Modeling and simulation practices for a computational thinking-enabled engineering workforce. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(1), 62–78. <https://doi.org/10.1002/cae.21779>
11. Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual Laboratories for Education in Science, Technology, and Engineering: a Review. *Computers & Education*, 95, 309–327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>

## ANEXOS

Enlace página web en UVaDOC:

<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/60222>