

Memoria de proyectos de innovación y buenas prácticas docentes

A. Datos generales del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

Título	Diseño de un Seminario/Laboratorio asistido por ordenador para el estudio de procesos de foto-descontaminación de efluentes gaseosos en MATLAB®		
Código	22-218	Fecha de Realización:	1/10/2022-30/05/2023
Coordinación	Apellidos	Muñoz Batista	
	Nombre	Mario Jesús	
Tipología	Tipología de proyecto	Básicos	
	Rama del Conocimiento	Ingeniería y Arquitectura	
	Línea de innovación	Digitalización y virtualización de la docencia	

B. Objetivo Principal

El **objetivo general** del proyecto es desarrollar un seminario/laboratorio asistido por ordenador para el estudio de procesos de foto-descontaminación de efluentes gaseosos en MATLAB® para su aplicación como actividad práctica dentro de la asignatura "Ingeniería Ambiental" del Grado en Ingeniería Química de la UGR.

C. Descripción del proyecto de innovación y buenas prácticas docentes

Resumen del proyecto realizado: Objetivos, metodología, logros alcanzados, aplicación práctica a la docencia habitual, etc.

Resumen del proyecto realizado: El proyecto ha desarrollado un seminario/laboratorio asistido por ordenador que incluye la simulación de un sistema de reacción para la descontaminación de corrientes gaseosas y la validación experimental a partir de medias experimentales del flujo de fotones en el sistema lámpara-reactor. Ha sido diseñado como actividad práctica de la asignatura "Ingeniería Ambiental" del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Granada. Estará relacionado con los contenidos que se desarrollan en el "Bloque 2: Contaminación de corrientes gaseosas" a partir del estudio y diseño de un sistema de reacción foto-catalítico para la eliminación de contaminantes en fase gas; promoviendo el desarrollo de competencias básicas, generales y específicas de la asignatura recogidas en la memoria verificada del grado. Se ha realizado el diseño completo de la actividad generando una gran variedad de material didáctico entre los que se encuentran: presentaciones/diapositivas vinculadas a la actividad, guías de desarrollo del seminario, código desarrollado en MATLAB®, guion de prácticas para la validación experimental, etc. Estos han sido diseñados para que puedan ser aplicados en formato presencial, híbrido (presencial/no presencial) o completamente virtual. Se han diseñado varias plantillas de trabajo para el estudiantado que están asociadas a distintos niveles de dificultad, lo que permitirá una relativa flexibilidad para su aplicación en otras asignaturas del Grado en Ingeniería Química. La parte final del seminario incluye la validación experimental del modelo a partir de mediciones básicas de propiedades ópticas del equipo de reacción, de modo que este proyecto ha incluido también tareas donde se han diseñado estas actividades experimentales.

Objetivos específicos:

1. Diseñar el seminario asistido por ordenador, incluyendo la identificación del sistema de reacción con relevancia académica, los parámetros a estudiar durante la simulación, las variables a considerar durante la validación experimental, teniendo en cuenta las necesidades de la asignatura en las que se implanta (competencias, sistema de evaluación, resultados de aprendizaje) y considerando su potencial aplicación a otras asignaturas.
2. Programar el seminario asistido por ordenador utilizando el lenguaje de programación MATLAB® para el estudio de sistemas de fotorreacción con aplicación en la eliminación de efluentes gaseosos.
3. Implementar una serie actividades experimentales que permitan validar el modelo desarrollado en MATLAB®.
4. Desarrollar todo el material necesario para desarrollar el seminario asistido por ordenador (presentaciones, guías de usuario, versiones del código para profesorado y estudiantes, etc.) y para dar capacitación al profesorado que tenga interés en incluir parcial o totalmente los contenidos desarrollados en otras asignaturas.

Metodología. El proyecto se ha desarrollado siguiendo la metodología descrita en la memoria de solicitud. Para su desarrollo se dividió en Bloques de Trabajo [B], de acuerdo con la descripción de la Figura 1.

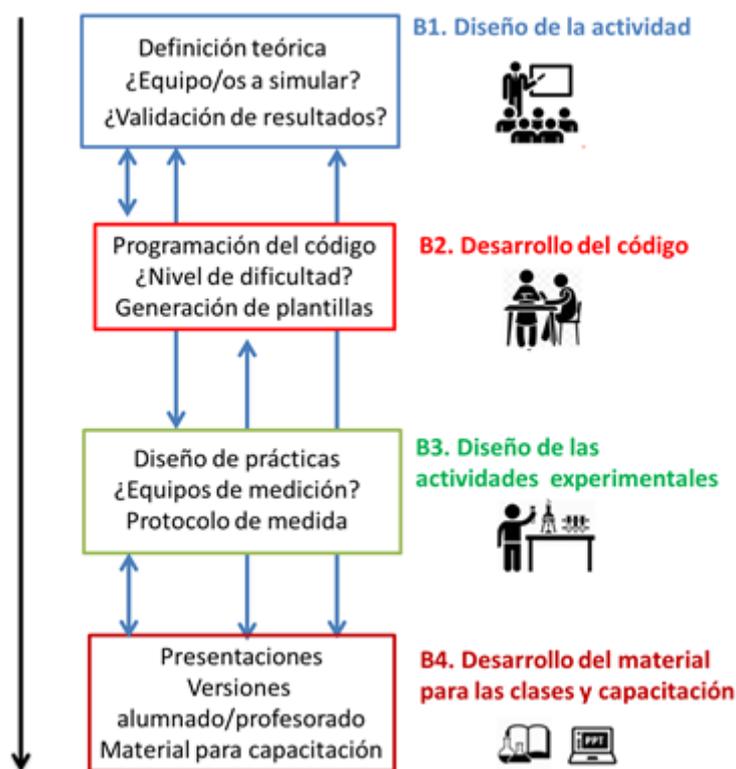


Figura 1. Metodología general del proyecto. La flecha negra describe la dirección temporal (B1-B4). Las flechas azules muestran esquemáticamente y de forma simplificada la interrelación entre los bloques de trabajo.

Logros alcanzados:

Aplicación práctica a la docencia habitual: El proyecto docente ha desarrollado un seminario asistido por ordenador que será considerado para su implantación con actividad práctica dentro de la asignatura "Ingeniería Ambiental" del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Granada. Será necesario realizar previamente la modificación de la guía docente para el curso 2023-2024.

Summary of the Project (In English):

The project has developed a seminar/laboratory assisted by a computer in which a reactor system for gas phase elimination of pollutants is simulated. It includes the simulation of the light-matter interaction and the experimental validation based on experimental measurements of the photon flow in the lamp-reactor system. It has been designed as a practical activity for the course "Environmental Engineering" of the Degree in Chemical Engineering at the University of Granada. It is related to the contents developed in "Block 2: Pollution of gas streams" through the study and design of a photocatalytic reaction system to eliminate contaminants at the gas phase, promoting the development of primary, general, and specific competencies of the subject. The complete design of the activity has been carried out, generating a variety of didactic material including presentations/slides, seminar guide, MATLAB® code, and script for experimental validation practices, among others. These have been designed to be applied in face-to-face, hybrid (face-to-face/non-face-to-face), or completely virtual formats. Several student MATLAB® work templates have been designed, associated with different levels of difficulty, allowing for relative flexibility in their application to other courses in the Chemical Engineering degree program. The final part of the seminar includes experimental validation of the model based on basic measurements of optical properties of the reaction equipment, so this project has also included tasks where these experimental activities have been designed.

Specific objectives:

Design the computer-assisted seminar, including the identification of the reaction system with academic relevance, the parameters to be studied during the simulation, the variables to be considered during experimental

validation, considering the needs of the subject in which it is implemented (competencies, evaluation system, learning outcomes), and considering its potential application to other subjects.

Develop a computer-assisted seminar using MATLAB® for the study of photochemical reaction systems with application in the removal of gaseous effluents.

Carry out experimental activities to validate the developed model in MATLAB®.

Develop all the necessary material to carry out the computer-assisted seminar (presentations, user guides, versions of the code for teachers and students, etc.) and to provide training to teachers who are interested in partially or fully including the developed content in other subjects.

Methodology. The project has been developed following the methodology described in Figure 1.

D. Resultados obtenidos

Entre los resultados obtenidos se encuentran una serie de materiales y recursos derivados del proyecto como se describe a continuación:

- Material docente para impartir del seminario asistido por ordenador.
- Material docente para el alumnado (presentaciones, guiones, etc.)
- Código de programación de MATLAB para impartir la actividad (varias versiones).
- Material docente para dar capacitación al profesorado interesado en el material desarrollado.
- Equipos para medir propiedades ópticas (utilizable para otras aplicaciones/proyectos docentes vinculadas a procesos ópticos). Adquirido con la financiación recibida.

Resultados en relación con el alumnado y profesorado:

- El alumnado dispone de nuevo material para su formación en temas relacionados con el control de efluentes gaseosos y reactores químicos.
- El profesorado de la asignatura "Ingeniería Ambiental" del Grado en Ingeniería Química, dispone de una gran variedad de material para el desarrollo de la nueva actividad práctica.
- El profesorado de la asignatura "Ingeniería Ambiental" del Grado en Ingeniería Química estará más capacitado para explicar al estudiantado los contenidos relacionados con el tratamiento de efluentes gaseosos por procesos catalíticos.
- El profesorado del Departamento (u otros centros) tiene disponible el material para ser aplicado en otras asignaturas que tratan temas similares.
-

Results obtained (In English)

Among the results obtained are a series of materials and resources derived from the project as described below:

- Teaching material for the seminar.
- Teaching material for students (presentations, scripts, etc.)
- MATLAB programming code for teaching the activity (multiple versions).
- Teaching material to train interested faculty in the developed material.
- Equipment for measuring optical properties (with potential utilization for other educational applications/projects related to optical processes). Acquired with the received funding.

Results for professors and students:

- Students have new material for their training in topics related to the control of gaseous effluents and chemical reactors.
- Professors of the "Environmental Engineering" course of the Degree in Chemical Engineering have a wide variety of materials for the development of a new practical activity.
- Professors of the "Environmental Engineering" course of the Degree in Chemical Engineering will be better equipped to explain to students the contents related to the treatment of gaseous effluents by catalytic processes.
- Professors of the Department (or other departments/faculties) have the material available to be applied in other subjects that deal with similar topics.

E. Difusión y aplicación del proyecto a otras áreas de conocimiento y universidades

Aunque la actividad está diseñada para su implantación en la asignatura "Ingeniería Ambiental" del Grado en

Ingeniería Química, el proyecto fue creado para que el contenido fuera flexible y con potencial aplicación en otras asignaturas. El material es de interés directo para las asignaturas "Tratamiento de Residuos Sólidos y Gaseosos", optativa del Grado en Ingeniería Química impartida en parte por la Prof. María Ángeles Martín Lara (participa en el proyecto); y "Análisis y Diseño Avanzado de Reactores Químicos" del Máster Universitario en Ingeniería Química donde uno de los miembros del grupo imparte los contenidos más cercanos a la innovación planteada (Prof. Pedro Jesús García Moreno).

Era objetivo de este proyecto que el material fuera útil para otros miembros de la comunidad universitaria, por lo que dentro de los materiales desarrollados se encuentran los necesarios para que el personal externo al proyecto con interés en la utilización de todo o parte del contenido pueda hacer uso de este.

Adicionalmente, parte del grupo del proyecto ha participado en actividades de divulgación para demostrar las potencialidades del proyecto y la oportunidad para aplicarlos en otras asignaturas o áreas científicas, como se describe a continuación:

Divulgación del proyecto docente: Póster: "Proyecto: Diseño de un seminario/laboratorio asistido por ordenador para el estudio de procesos de foto-descontaminación de efluentes gaseosos en MATLAB". FORO DE INNOVACIÓN DOCENTE 2022 de la Universidad de Granada, 1 y 2 de diciembre de 2022.

Difusión. Posible aplicación en la Titulación de Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Granada. Mario J. Muñoz Batista, Rafael R. Solís, Pedro J. García Moreno, Antonio Raúl Pérez Gálvez, Gabriel Blázquez García. Desarrollo preliminar de un laboratorio asistido por ordenador para el estudio de reacciones fotocatalíticas de interés para la industria alimentaria. I Congreso Hispano-Brasileño de INNOVACIÓN DOCENTE en el área de la Ciencia y Tecnología de los ALIMENTOS, NUTRICIÓN y SALUD. Universidad de Granada y Universidad Federal de Santa María. 22-24 de noviembre de 2022.

Difusión. Posible aplicación de contenidos desarrollados durante el proyecto a los Trabajos Fin de Grado de la titulación Grado en Ciencia de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Granada. Mario J. Muñoz Batista, Rafael R. Solís, María Ángeles Martín-Lara, Antonio Pérez, Mónica Calero. Fotocatálisis Heterogénea: Una oportunidad para el desarrollo de competencias durante el TFG de estudiantes de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. I Congreso Hispano-Brasileño de INNOVACIÓN DOCENTE en el área de la Ciencia y Tecnología de los ALIMENTOS, NUTRICIÓN y SALUD. Universidad de Granada y Universidad Federal de Santa María. 22-24 de noviembre de 2022.

Dissemination and application of the project to other areas of knowledge and universities (In English)

Although the activity was designed for implementation in the "Environmental Engineering" course of the Chemical Engineering degree, the project was considered to have flexible content with potential application in other courses. The material displays direct interest in the "Treatment of Solid and Gaseous Waste" optional subject of the Chemical Engineering degree and the "Advanced Analysis and Design of Chemical Reactors".

The objective of this project was to create materials that would be beneficial to both members of the group and external personnel who may be interested in using some or all of the content. Bearing this in mind, the materials have been carefully crafted to appeal to a broad audience, including individuals outside of the university community.

Additionally, part of the project group has participated in outreach activities to demonstrate the potential of the project and the opportunity to apply it in other subjects or scientific areas, as described below:

Project dissemination: Poster: "Proyecto: Diseño de un seminario/laboratorio asistido por ordenador para el estudio de procesos de foto-descontaminación de efluentes gaseosos en MATLAB". FORO DE INNOVACIÓN DOCENTE 2022 de la Universidad de Granada, 1 y 2 de diciembre de 2022.

Dissemination. Possible application in the Degree in Food Science and Technology at the University of Granada. Mario J. Muñoz Batista, Rafael R. Solís, Pedro J. García Moreno, Antonio Raúl Pérez Gálvez, Gabriel Blázquez García. Desarrollo preliminar de un laboratorio asistido por ordenador para el estudio de reacciones fotocatalíticas de interés para la industria alimentaria. I Congreso Hispano-Brasileño de INNOVACION DOCENTE en el área de la Ciencia y Tecnología de los ALIMENTOS, NUTRICIÓN y SALUD. University of Granada and Federal University of Santa María. 22-24 de noviembre de 2022.

Dissemination. Possible application of contents developed during the Final Degree Projects of the Degree in Food Science and Technology at the University of Granada. Mario J. Muñoz Batista, Rafael R. Solís, María Ángeles Martín-Lara, Antonio Pérez, Mónica Calero. Fotocatálisis Heterogénea: Una oportunidad para el desarrollo de competencias durante el TFG de estudiantes de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. I Congreso Hispano-Brasileño de INNOVACION DOCENTE en el área de la Ciencia y Tecnología de los ALIMENTOS, NUTRICIÓN y

SALUD. University of Granada and Federal University of Santa María. 22-24 de noviembre de 2022.

F. Estudio de las necesidades para incorporación a la docencia habitual

Con todo el material desarrollado, la actividad puede ser implantada, con alguna modificación respecto a la propuesta de la memoria de solicitud, a la docencia habitual de la asignatura "Ingeniería Ambiental" del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Granada.

G. Puntos fuertes, las dificultades y posibles opciones de mejora

Puntos fuertes:

- Se ha podido seguir el plan de trabajo por lo que se han alcanzado los objetivos planteados al inicio del proyecto.
- Se ha desarrollado todo el material necesario para poder desarrollar la actividad práctica propuesta.
- El material y recursos disponibles presentan gran flexibilidad para su implantación en otras asignaturas de la Universidad de Granada (ej. En las asignaturas "Tratamiento de Residuos Sólidos y Gaseosos", optativa del Grado en Ingeniería Química y Análisis y Diseño Avanzado de Reactores Químicos del Máster Universitario en Ingeniería Química o Planta de Procesado de Alimentos del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos).

Dificultades:

- La dificultad principal a la que se ha enfrentado el grupo de trabajo ha estado asociada a la variación de los precios del equipo de medición del flujo de fotones. En el momento de solicitud del proyecto, según factura proforma se propuso la adquisición de:

LUXOMETRO DELTA OHM HD2302.0 (349,7 euros)

Sonda: LP 471 UVA SONDA RADIOMETRICA DELTA OHM (383,5 euros)

Sonda: LP 471 PHOT SONDA FOTOMETRICA DELTA OHM (266,5 euros)

En el momento de adquisición de los equipos, la variación de los precios provocó que solo se pudiera adquirir:

LUXOMETRO DELTA OHM HD2302.0 (359,00 euros + IVA)

Sonda: LP 471 UVA SONDA RADIOMETRICA DELTA OHM (400,00 euros + IVA)

Esta variación ha condicionado el alcance de la última parte del seminario que consiste en la validación experimental de algunos resultados obtenidos de la simulación. La validación se limitará a las mediciones en la región del espectro UV (365-368 nm). No podrá validarse el modelo cuando se utiliza luz visible o tipo solar, para lo que sería necesario contar con la segunda sonda (Sonda: LP 471 PHOT SONDA FOTOMETRICA DELTA OHM).

Posibles opciones de mejora:

En próximas convocatorias se evolucionará el presente proyecto incluyendo el estudio en sistemas en fase líquida y luz visible o solar, así como su aplicación a otras asignaturas, lo que podría permitir la adquisición del equipamiento necesario, complementando las mediciones a realizar en el contexto del presente proyecto.