



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

Proyecto de Innovación Convocatoria 2024/2025

Nº de proyecto: 36

Innovación docente para la adquisición de la competencia transversal “Desarrollar la sensibilidad sobre temas energéticos y medioambientales” del Grado en Química

Responsable del Proyecto: Elena Arroyo de Dompablo

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento de Química Inorgánica

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El proyecto de innovación docente se ha centrado en el desarrollo de una herramienta docente en formato audiovisual, de 5 minutos de duración, para la adquisición de la Competencia Transversal “Desarrollar la sensibilidad sobre temas energéticos y medioambientales” del Grado en Química de la UCM. Este tipo de recurso docente permite la inclusión de contenidos interdisciplinares, el aprendizaje de forma cooperativa, una mayor implicación por parte del alumnado, el desarrollo simultáneo de diferentes competencias y el aumento de la motivación.

Dentro de los aprendizajes necesarios para adquirir la competencia CT12, nos hemos centrado en las siguientes habilidades dentro del Módulo Fundamental:

- 1) Conocer y comprender la importancia de la energía en el desarrollo de la humanidad
- 2) Relacionar el bienestar con la sostenibilidad energética y medioambiental
- 3) Reconocer la compatibilidad entre la tecnología, la economía y la sostenibilidad

El proyecto de innovación docente planteaba los siguientes Objetivos Concretos (O.C.):

O.C.1) Desarrollar una herramienta docente en formato digital (vídeo) para potenciar las Competencias Transversales del Módulo Fundamental del Grado en Química de la UCM CT12-MF1 (Reconocer la problemática energética actual y su importancia) y CT12-MF2 (Desarrollar la sensibilidad por temas medioambientales).

O.C.2) Validar la utilidad de la herramienta docente en actividades docentes presenciales y virtuales en las asignaturas del Grado en Química de la UCM, Química Inorgánica I, Ingeniería Química (ambas de 2º curso del Grado) y Química Inorgánica II (3º curso del Grado).

O.C.3) Introducir referentes femeninos en la herramienta docente que se va a desarrollar, que ayuden a mejorar la percepción de alumnos y alumnas sobre la investigación científica, fomentando vocaciones científicas continuadas desde una perspectiva más igualitaria.

La herramienta audiovisual tiene un carácter multifuncional, presentando un alto valor añadido dirigido hacia la consecución de los siguientes objetivos paralelos (O.P.):

O.P.1) Fomentar la concienciación de la necesidad de una transición energética hacia un modelo sostenible, y dar visibilidad al papel activo que los grupos de investigación UCM realizan de cara a dicha transformación.

O.P.2.) Hacer uso del recurso docente creado para promover la cultura científica desde la universidad a diversos colectivos de la sociedad. Como experiencia piloto, el video se deseaba incluir en actividades de divulgación on-line y presenciales en Centros de Educación Secundaria, y en residencias de mayores.

O.P.3) Utilizar la herramienta docente para la captación de estudiantes de nuevo ingreso. Dado que la desigualdad en el acceso a las disciplinas STEM se aprecia de forma clara al analizar los porcentajes de ingreso a los primeros cursos universitarios en algunos grados de ciencias e ingenierías, este objetivo se perfila hacia la motivación de vocaciones femeninas.

O.P.4) A lo largo de las etapas que constituyen el proyecto, se perseguía consolidar colaboraciones de la UCM con empresas, Centros de Educación Secundaria y Bachillerato, y residencias de mayores. El objetivo era crear sinergias para la conformación de una cultura de la calidad.

2. Objetivos alcanzados

Se han alcanzado los siguientes objetivos concretos propuestos:

O.C.1) Se ha desarrollado una herramienta docente en forma de vídeo de 5 minutos de duración, en el cual se han introducido problemas medioambientales como el cambio climático o el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero, cumpliéndose así la implicación de las Competencias Transversales del Módulo Fundamental del Grado en Química de la UCM CT12-MF1 y CT12-MF2.

O.C.2) La herramienta docente se ha validado en actividades docentes enmarcadas en las asignaturas del Grado en Química de la UCM, Química Inorgánica II (3º curso del Grado), y Trabajo Fin de Grado. Se ha evaluado la efectividad del recurso docente a través de encuestas online completadas por los alumnos de las nombradas asignaturas.

O.C.3) En el vídeo utilizado como recurso docente aparecen científicas en diferentes etapas de la carrera investigadora, alcanzándose así el objetivo de introducir referentes femeninos, lo que ha contribuido al fomento de vocaciones científicas desde una perspectiva más igualitaria.

En cuanto a los objetivos paralelos propuestos en el proyecto, se han alcanzado los siguientes:

O.P.1) A través del recurso docente, se ha conseguido integrar la idea de la necesidad de transición a un modelo energético sostenible, destacando la actividad investigadora de grupos de la UCM y el trabajo que llevan a cabo desde equipos multidisciplinares.

O.P.2.) El recurso docente creado se ha compartido a través de la plataforma YouTube con en el objetivo de darle visibilidad (https://www.youtube.com/watch?v=h_ezQtmtJrg). Además, se ha realizado una actividad divulgativa en dos residencias de mayores como prueba piloto de la acogida de los contenidos.

O.P.3) La difusión del video a través de YouTube lo convierte en un recurso público al que se puede acceder desde varios dispositivos como, por ejemplo, ordenadores, teléfonos móviles o televisores inteligentes (smartTV).

Por otro lado, se ha prestado especial atención a resaltar la figura de las mujeres en la investigación científica. El video muestra a tres investigadoras en diferentes etapas de la carrera académica con el objetivo de visibilizar la contribución de las mujeres a la ciencia y motivar a nuevas generaciones de jóvenes a embarcarse en carreras STEM.

O.P.4) El recurso docente se ha utilizado en el programa “Ciencia en Residencia” que ha permitido colaborar con residencias de mayores, lo que no solo ha propiciado una mayor difusión del recurso, sino que ha sentado las bases para formar una red de sinergias orientadas a mejorar la interacción entre la universidad y la sociedad. Concretamente, el recurso docente se ha difundido en actividades llevadas a cabo en el centro de día Manava y la Residencia Isabel la Católica.

3. Metodología empleada en el proyecto

El proyecto de innovación docente se ha desarrollado en distintas fases.

FASE 1 (primer cuatrimestre curso 2024-2025)

Tarea 1.1 Diseño y esquematización de los contenidos que se incluyen en el vídeo.

Tarea 1.2. Grabación del recurso audiovisual.

Tarea 1.3. Edición del vídeo.

FASE 2 (segundo cuatrimestre curso 2024-2025)

Tarea 2.1. Elaboración de encuestas utilizando *Google Forms*.

Tarea 2.2. Desarrollo de actividades presenciales.

FASE 3 Análisis de resultados (segundo cuatrimestre curso 2024-2025)

FASE 4 Transferencia y difusión de resultados (curso 2024-2025 y curso 2025-2026)

4. Recursos humanos

El equipo de trabajo ha estado compuesto por PDI del Departamento de Química Inorgánica de la Facultad de Ciencias Químicas:

- Elena Arroyo de Dompablo
- Khalid Boulahya Jamil
- Abderrahim Bouaid Bouaid
- Marianela Gómez Toledo

También han participado los siguientes estudiantes UCM:

- Damir Tomas Biskup Arroyo (Facultad de Veterinaria)
- Eva López Rabanal (Facultad de Medicina)

Además, el proyecto ha contado con la colaboración de Sara María Gutiérrez Florez, PTGAS de la Facultad de Medicina de la UCM.

La diversidad del equipo de trabajo ha permitido la correcta adecuación del contenido docente a diferentes niveles. Específicamente, la colaboración de algunos estudiantes que no pertenecen a la Facultad de CC. Químicas, así como de PTGAS, ha aportado un punto de vista fuera de la química, lo que ha permitido adaptar la actividad docente para estudiantes de otras disciplinas científicas.

5. Desarrollo de las actividades

Siguiendo la metodología detallada en el apartado 3 de esta memoria, las actividades se han desarrollado de la siguiente manera:

FASE 1

En esta primera fase se ha creado el recurso docente. La fase 1 se ha dividido en las siguientes tareas:

Tarea 1.1 El contenido del video se ha estructurado en:

- 1) Importancia del hidrógeno verde en la transición energética
- 2) Obtención de hidrógeno a partir de energías renovables
- 3) Investigación centrada en materiales que permiten disociar la molécula de agua. Particularmente, se ha centrado la atención en el diseño computacional, la síntesis y las aplicaciones electroquímicas de los materiales.

La duración del vídeo fue definida teniendo en cuenta experiencias previas de innovación docente.

Tarea 1.2. La grabación del recurso audiovisual se ha llevado a cabo en el campus de Ciudad Universitaria de la Universidad Complutense de Madrid y también en laboratorios de la Universidad Autónoma de Madrid y la Universidad de California San Diego.

En las imágenes grabadas se han incluido distintos miembros del equipo de trabajo: *Khalid Boulahya* (Síntesis de materiales) y *Mariela Gómez* (Diseño computacional). Por otro lado, se ha contado con personal investigador de otros centros; *NaRi Park* (Medidas electroquímicas) y *Gloria Anemone* (*Caracterización de procesos catalíticos*)

Esto ha permitido visibilizar la naturaleza inclusiva y multidisciplinar de los equipos de trabajo en la investigación y el desarrollo de nuevos materiales. Especialmente se ha potenciado la figura de las mujeres en la ciencia, mostrando a científicas en distintas etapas de la carrera investigadora.

Tarea 1.3. Para la edición de imágenes, audio y diapositivas se ha utilizado el software *Clipchamp* (<https://clipchamp.com/es/>), disponible en el paquete Microsoft 365. Algunas de las imágenes que componen el video se han obtenido a partir de bancos de imágenes con licencia Creative Commons Zero (CC0), como *Pixabay* o *FreePik*. Además, se han incluido animaciones realizadas a través de Microsoft PowerPoint 365 ProPlus.

Las pistas de audio se han obtenido a través de *Pixabay*. La edición de las pistas de voz grabadas se ha llevado a cabo con el programa *Audacity*.

FASE 2

Esta fase se compone del desarrollo de la actividad docente.

Tarea 2.1. Se ha elaborado una encuesta en formato digital, utilizando *Google Forms* (*Anexo, Figura 1*). La utilización de esta herramienta ha permitido que las encuestas se completen desde navegador web o móvil, evitando la instalación de aplicaciones concretas, lo que acelera y facilita el proceso.

Se ha tratado de incluir preguntas de respuesta cerrada que contemplan

- i) el nivel de comprensión de los contenidos expuestos, qué es el hidrógeno verde, por qué el agua sirve para generar hidrógeno, que papel desempeñan los catalizadores...
- ii) impacto de la huella de carbono en la sociedad de bienestar, la importancia de la sostenibilidad energética, relación entre economía y medioambiente, globalización de tecnologías energéticas, etc.
- iii) diversidad existente en la carrera investigadora, impresiones sobre las investigaciones que en este marco se realizan en la UCM, etc.

Tarea 2.2. Se ha desarrollado una actividad presencial para las asignaturas en las que se ha impartido docencia durante el segundo cuatrimestre del curso 2024-2025. La

actividad ha tenido una duración de 15 minutos. Tras la proyección del video, se ha llevado a cabo un pequeño debate sobre la sostenibilidad medioambiental, la transición energética y el papel que desempeña la química en los nombrados campos. La atención se ha centrado especialmente en los conocimientos químicos que el alumnado ha podido extraer del recurso docente, así como su relación con los conocimientos ya adquiridos en la asignatura. Para finalizar, se ha pedido a los alumnos que rellenen el formulario online.

FASE 3. Análisis de resultados.

Durante el curso 2024-2025 se han recogido un total de 30 encuestas. El análisis facilitado por *Google Forms* ha permitido visualizar los resultados al instante y de manera organizada. La respuesta a algunas preguntas se muestra en la Figura 2 del anexo.

En general, el video ha tenido una buena recepción por parte del alumnado. Sólo un alumno de tercero consideró que los contenidos no eran adecuados para su nivel de conocimiento. Debe tenerse en cuenta que los alumnos realizaron la actividad al principio de la asignatura “Inorgánica II-Química del estado Sólido” que se imparte en el segundo cuatrimestre.

En el presente proyecto no ha contemplado evaluar cuantitativamente la adquisición de competencias. En futuros cursos académicos, las encuestas podrían hacerse a partir de una rúbrica, que incluya al menos tres indicadores, lo que permitiría comprobar de forma cuantitativa la asimilación sobre las competencias transversales CT12-MF1 y CT12-MF2 por parte del alumno. En cualquier caso, la calificación obtenida por el alumno no formaría parte de la evaluación sumativa, ya que por no realizarse en todos los grupos no formaría parte de la calificación final.

FASE 4. Transferencia y difusión de resultados

El recurso docente se ha compartido en YouTube (https://www.youtube.com/watch?v=h_ezQtmtJrq) y en Docta Complutense (<https://hdl.handle.net/20.500.14352/114304>). Los resultados del proyecto se presentarán en alguna Conferencia de Educación Superior en 2026, preferiblemente internacional.


Por otro lado, en el marco del programa “Ciencia en Residencia”, en diciembre de 2024, se han llevado a cabo actividades dirigidas en el centro de día Manava y la Residencia Isabel la Católica. En este caso, la actividad ha tenido 1h de duración, dedicando la mayor parte del tiempo a introducir el tema tratado en el vídeo. Para ello, se ha expuesto el problema del cambio climático y la necesidad de potenciar la transición energética, utilizando una presentación con imágenes y datos sobre consumo energético.

Para el caso de la actividad desarrollada en residencias de mayores, se ha adaptado el cuestionario, limitándolo a una pequeña encuesta que se ha impreso y entregado a los asistentes (Anexo, Figura 3).

Los resultados obtenidos a partir del desarrollo de la actividad en centros de mayores se presentarán en forma de póster en el *18th European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes*, Granada, septiembre 2025. El resumen presentado se incluye en el Anexo.

6. Anexos

En Busca de la Energía del Futuro



* Indica que la pregunta es obligatoria

Evalúa los siguientes aspectos con relación a la calidad de los elementos del vídeo *

	Deficiente	Satisfactorio	Excelente
Adecuación del lenguaje a tus conocimientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Información aportada con las imágenes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Interés del contenido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diseño del vídeo y de las animaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calidad de imagen y sonido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Señala si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas *

	Verdadero	Falso	NS/NC
El hidrógeno es un elemento escaso en el universo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La reacción de disociación del agua en un electrolizador se produce de manera espontánea, sin necesidad de aplicar energía externa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Se denomina hidrógeno verde a aquel producido a partir de fuentes renovables	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las propiedades catalíticas de un material dependen únicamente de su composición	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los cálculos mecanocuánticos permiten predecir si un material puede llegar a catalizar la reacción de electrolisis del agua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El hidrógeno puede utilizarse como un combustible eficiente en distintos sectores. Por ejemplo en transporte, para alimentar un coche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La electrolisis del agua es un proceso conocido hace siglos y para que sea eficiente deben utilizarse catalizadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Indica tu nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones *

	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo
La utilización de combustibles fósiles tiene un impacto medioambiental muy negativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La colaboración entre distintos centros de investigación, fortalece la investigación en tecnologías para la producción de hidrógeno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Investigadores de distintas edades, género y nacionalidades pueden contribuir en el diseño de materiales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

¿Cómo ha influido el vídeo en tu opinión acerca de la importancia de la energía renovable para la sostenibilidad medioambiental? *

- El video no aporta nada nuevo
- El video ha reforzado mi percepción sobre estos temas
- Sigo pensando que las energías renovables y la sostenibilidad medioambiental son irrelevantes

Figura 1. Formulario elaborado en Google Forms para el seguimiento de la actividad docente

30 respuestas

[Ver en Hojas de cálculo](#)

Se aceptan respuestas

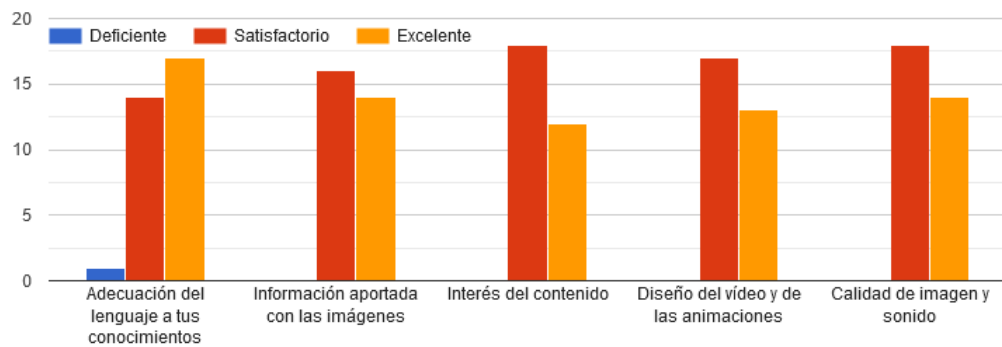
Resumen

Pregunta

Individual

Evalúa los siguientes aspectos con relación a la calidad de los elementos del vídeo

[Copiar gráfico](#)



¿Cómo ha influido el vídeo en tu opinión acerca de la importancia de la energía renovable para la sostenibilidad medioambiental?

[Copiar gráfico](#)

30 respuestas

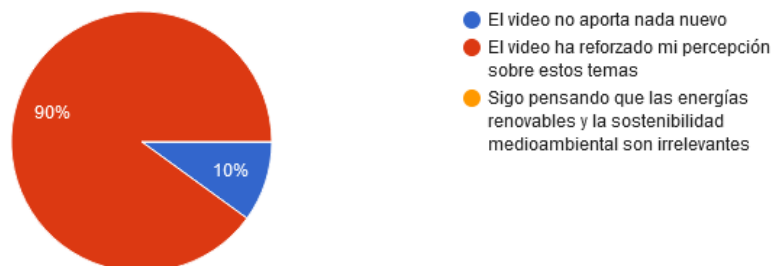


Figura 2. Respuestas para las preguntas 1 y 4 del formulario para el seguimiento de la actividad docente

La energía del futuro: un problema de hoy

Actividad 1

2-dob

Incluye en esta tabla actividades que realizas en casa (o en la residencia) y que requieren energía eléctrica

Actividad	Frecuencia
Lavarse los dientes con cepillo eléctrico	3 veces al día
Encender las luces del árbol de navidad	5 días al año
<i>lavadora</i>	<i>1 vez</i>
<i>Microondas</i>	<i>1 vez</i>
<i>Nevera</i>	<i>Siempre</i>

Actividad 2

Menciona un lugar donde hayas visto una instalación de energías renovables

Estremadura

Figura 3. Formulario de actividades para el seguimiento de la actividad desarrollada en el programa "Ciencia en Residencia"

Title

Science for all ages: engaging the elderly in lifelong learning

Symposium

G2 – Disseminating materials research and strategizing new developments in materials education

List of authors with full name and surname

Marianela Gómez-Toledo¹, Khalid Boulahya¹, Abderrahim Bouaid², Damir T. Biskup³, Eva López-Rabanal⁴, Sara María Gutiérrez- Florez⁴, and M. Elena Arroyo-de Dompablo^{1,*}

¹Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain

²Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain

³Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain

⁴Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spain

Abstract

Universities generate knowledge that fosters progress and innovation. Consequently, it is essential to share this knowledge with society to encourage education and development. While scientific dissemination is often linked to younger generations, learning is a lifelong activity and, therefore, citizens of all ages should be included. Engaging elderly people in scientific activities not only helps integrate them into society but also promotes scientific culture. Presenting our findings to senior citizens has benefits beyond the mere transfer of knowledge. It contributes to their cognitive stimulation, encouraging critical thinking and problem-solving skills. Moreover, it can relieve feelings of isolation and loneliness, providing social interaction and a sense of purpose.

We have developed a science dissemination activity entitled "The energy of the future: A current problem". The activity is part of the program "Ciencia en Residencia" (<https://www.ucm.es/otri/ciencia-en-residencia>), developed by the Office for the Transfer of Research Results of Universidad Complutense de Madrid. The program aims to bridge the gap between academia and society, illustrating the relevance of science to everyday life. The activity includes a talk that addressed the significant societal challenges related to energy, incorporating various interrelated aspects such as energy independence, environmental sustainability, and economics. As a particular example, in a 5-minute video (https://www.youtube.com/watch?v=h_ezQtmtJrq) we illustrate the materials design process for green hydrogen production. The participants were encouraged to engage actively through games, written exercises, and debates. In this communication, we present the results, observations and conclusions of carrying out the scientific dissemination activity with senior citizens in out in two retirement homes in Madrid (Spain).

The authors acknowledge funding from MCIN/AEI/10.13039/501100011033 - "ERDF A way of making Europe" project ECSAWE-PID2022-139501OB-C22. This research is also part of the Teaching Innovation Project "Innovación docente para la adquisición de la competencia transversal «Desarrollar la sensibilidad sobre temas energéticos y medioambientales» del Grado en Química" of the 2024/2025 call from Universidad Complutense de Madrid. The authors are grateful to "MANAVA" senior day center and the retirement home "Residencia Isabel la Católica" for hosting the activity.

Figura 4. Resumen para presentación tipo póster. Congreso *18th European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes* (Granada, septiembre 2025)