



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2021/2022

Nº de proyecto: 202

ODS con mucha ciencia: Hacia una enseñanza STEM y más allá

Responsable del proyecto:

Emma Gracia Lor

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento:

Química Analítica

1. OBJETIVOS PROPUESTOS EN LA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

En los últimos años se ha puesto de manifiesto que existe una valoración negativa y un desinterés de los estudiantes preuniversitarios hacia el ámbito STEM. Como consecuencia, el número de estudiantes matriculados en carreras de este ámbito en las universidades españolas ha caído un 30% desde el año 2000 (Crue, 2019). A esta situación se une también la significativa brecha de género observada en dichas disciplinas (https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2021-03-11/estudiantes-carreras-stem-brecha-genero-bra_2978307/).

La colaboración entre las universidades y los centros educativos se ha planteado como una necesidad intrínseca y beneficiosa para el impulso de una sociedad formada y profesional. Es aquí donde la divulgación científica juega un papel importante para acercar los avances tecnológicos a la sociedad, siendo los investigadores los encargados de comunicar y concienciar, promoviendo así la integración del conocimiento científico en la cultura.

Frente a las problemáticas mencionadas, el objetivo principal del proyecto presentado es doble. Por un lado, se busca promover las vocaciones científico-tecnológicas entre el alumnado de enseñanza secundaria y bachillerato abarcando problemáticas planteadas en los objetivos de la Agenda 2030, fomentando el desarrollo de competencias transversales para la divulgación científica y la comunicación de los alumnos universitarios que se encuentran desarrollando el Trabajo de Final de Grado (TFG), el Trabajo Fin de Máster (TFM) o la Tesis Doctoral. Y, por otro lado, se pretende orientar y guiar a los alumnos de Bachillerato y de segundo ciclo de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), proporcionándoles herramientas que permitan su futura inserción laboral en el ámbito STEM.

Para alcanzar los objetivos generales planteados, los objetivos específicos a alcanzar son los siguientes:

- Consolidar y contextualizar los conocimientos STEM de los alumnos con los problemas de la sociedad actual y favorecer la adquisición de nuevos conocimientos relacionados con el avance científico-tecnológico.
- Poner en valor el trabajo científico-técnico de la Química y sus contribuciones a la sociedad.
- Generar la capacidad de los alumnos para enfrentarse a nuevas tareas, retos y personas.

- Mejorar el perfil y carácter divulgador de los estudiantes y personal docente e investigador de la UCM implicado (técnicas básicas de expresión oral y mecanismos de comunicación), así como proporcionar una experiencia educativa enriquecedora.
- Incorporar los talleres científico-técnicos, basados en la interdisciplinaridad y contextualización, en los centros educativos como recurso didáctico y de desarrollo personal en la formación de los estudiantes.
- Potenciar la colaboración entre estamentos universitarios (estudiantes, PAS, PDI...) y entre universidad y centros educativos.
- Concienciar de la problemática de la brecha de género en el ámbito científico-técnico.
- Dar a conocer las salidas profesionales y los sectores profesiones de las carreras STEM a través de sesiones de mentoría.
- Informar de las herramientas y los requisitos necesarios para enfocar las diferentes competencias profesionales STEM.
- Desarrollar y producir materiales útiles para la inserción de los estudiantes en el mercado laboral.

2. OBJETIVOS ALCANZADOS

El objetivo general planteado en el primer apartado se ha alcanzado de manera satisfactoria ya que con el desarrollo de este proyecto se ha conseguido que los alumnos de enseñanza secundaria y bachillerato adquieran nuevos conocimientos relacionados con el avance científico-tecnológico. Mediante la adquisición de estos conocimientos los estudiantes son capaces de comprender e identificar problemas actuales que afectan tanto a la seguridad alimentaria como a la salud ambiental, y su posible solución a través de dichos avances. Además, los temas tratados se encuadran dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, concretamente con los ODS 2, 3, 7, 11 y 12. Esto es de vital importancia ya que ha permitido transmitir a los alumnos cómo la ciencia tiene la capacidad de dar respuesta a temas tan cotidianos como son la seguridad alimentaria, la agricultura sostenible, las sustancias químicas potencialmente peligrosas y contaminantes y la importancia de que la energía asequible y no contaminante.

Por otro lado, los estudiantes universitarios y el personal docente e investigador, a través del desarrollo de las presentaciones y de la impartición de las charlas, han conseguido adquirir y mejorar en lo que concierne a las competencias relacionadas con la comunicación científica y la capacidad de comprender, relacionar y transmitir los avances de sus investigaciones a la sociedad actual, aplicando nuevas herramientas tecnológicas para mejorar las experiencias docentes y de carácter divulgador.

Además, gracias a la realización de talleres experimentales se ha podido fomentar el trabajo en equipo y la colaboración entre el estudiantado de los centros educativos como de los miembros que conforman este proyecto, así como la familiarización, transferencia y aprendizaje de los conceptos y competencias STEM, acercándolas a la sociedad. Este objetivo, se ha alcanzado del mismo modo gracias a la utilización de las redes sociales (*Instagram, Twitter y TikTok*) con tareas de concienciación, divulgación y visibilización de cuestiones científicas enmarcadas en la Agenda 2030.

Todos estos objetivos alcanzados quedan reflejados en las encuestas realizadas al alumnado, mostrándose que a la mayoría le ha parecido interesante las actividades desarrolladas, e incluso aumentado su interés por la ciencia al acabar estas.

En relación con las sesiones de mentoría, algunos de los miembros la situación sanitaria desencadenada a comienzos del año 2022 por la COVID dificultó la organización y la puesta en marcha de esta actividad en todos los institutos en los que se habían solicitado. Sin embargo, miembros de ANQUE y el Colegio de Químicos pudieron asistir a algunos institutos. Asimismo, los miembros del proyecto contaron su experiencia y solventaron las dudas a los estudiantes en las sesiones de charlas y talleres a los que asistían.

3. METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL PROYECTO

La metodología seguida para alcanzar los objetivos descritos en el apartado 2 se ha desarrollado siguiendo los siguientes ítems:

- A) Visibilidad y propuesta de actividades en los centros educativos.** El proyecto se promocionó a través de distintas redes sociales (*Instagram y Twitter*) y para su puesta en marcha se contactó con los distintos centros por vía electrónica.

- B) Diseño del plan de actividades en los centros educativos.** La actividad seleccionada fue la realización de exposiciones y talleres de carácter divulgativo en base a los temas de investigación desarrollados por parte de los integrantes UCM y metas ODS así como los niveles científico-técnicos del alumnado de EOy Bachillerato. Además, se diseñaron experimentos sencillos, trasladables a la vida cotidiana, para fomentar la vocación STEM. Por otra parte, se seleccionaron mentores (miembros del proyecto) en base a sus conocimientos, experiencia, vocación y las necesidades solicitadas por los centros que diseñaron actividades para la orientación de los alumnos de itinerario STEM. Se preparó el material necesario tanto para los estudiantes como para el profesorado (presentaciones, cuestionarios, montaje experimental, disoluciones de reactivos, etc.) y se estableció un guion de desarrollo de las actividades.
- C) Organización de las actividades con los centros colaboradores.** Se establecieron reuniones con los docentes implicados del centro educativo con el fin de planificar y preparar el contenido, así como la metodología de las tareas a realizar en cada una de las sesiones.
- D) Desarrollo de las actividades teórico-prácticas propuestas.** Los miembros del proyecto realizaron las exposiciones, previamente elaboradas, y desarrollaron debates con los alumnos sobre la temática expuesta. Asimismo, se realizaron preguntas sobre los contenidos de temática abordada utilizando el programa *Socrative* para afianzar lo aprendido durante las sesiones y fomentar el empleo de las herramientas tecnológicas en el proceso de transferencia y aprendizaje. Asimismo, se realizaron encuestas de evaluación de la actividad mediante la herramienta *Google Forms*.
- E) Evaluación de la actividad desarrollada y puesta en común de los objetivos alcanzados.** Se han revisado los resultados de las encuestas y se han puesto en común las fortalezas y necesidades de mejora para futuros proyectos.
- F) Divulgación de los resultados de la actividad desarrollada.** Se crearon perfiles de Instagram, Twitter y TikTok donde se publicaban fotografías, vídeos y material sobre las exposiciones y talleres realizados en los centros, así como, de las investigaciones y experiencias de los propios miembros del proyecto.

4. RECURSOS HUMANOS

4.1 Profesores

Se ha contado con la participación de profesores del Departamento de Química Analítica (Emma Gracia Lor, Riansares Muñoz Olivas y María Teresa Pérez Corona) y del Departamento de Ingeniería Química y Materiales (Emilio Gómez Castro) de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Complutense de Madrid, donde imparten docencia en los Grados en Química e Ingeniería Química y en Másteres Oficiales y Propios relacionados con la ciencia y la investigación. Todos ellos han llevado a cabo la supervisión de las tareas incluidas en el proyecto y han participado en la elaboración del material empleado durante su transcurso y en la ejecución de las tareas propuestas.

4.2 Alumnos de doctorado, máster y grado

Han participado ocho alumnos de doctorado (Esther Gómez Mejía, Gustavo Moreno Martín, David Vicente Zurdo, Cristina Muñoz San Martín, Iván Romero Sánchez, Álvaro Lorente Arévalo, Tamara Fernández Bautista y Paloma de Oro Carretero), alumni (Beatriz Gómez Gómez) y un alumno de Trabajo Fin de Máster, Iván Sacristán Navarro. Todos ellos han elaborado el material empleado durante su transcurso y han realizado las actividades propuestas para la consecución de los objetivos.

4.3 Personal Complutense

Se ha contado con la participación de personal de apoyo a la investigación (Elena Espada Bernabé) realizando las actividades propuestas en la consecución de los objetivos y Miriam Blanco Asenjo, técnico de laboratorio PAS (personal de administración y servicios) del Departamento de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Químicas de la UCM. Ha estado involucrada en la preparación de los reactivos para los talleres prácticos, así como, el guion de los mismos.

4.4. Miembros ANQUE

Para alcanzar los objetivos destinados a la elaboración de mentorías y orientación de los alumnos de itinerario STEM se ha contado con la participación de miembros de la Asociación Nacional de Químicos e Ingenieros Químicos de España (ANQUE), como Donato Herrera Muñoz.

5. DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

La divulgación científica es indispensable para acercar los avances tecnológicos a la sociedad. En este sentido, la colaboración entre las universidades y los centros educativos es un aspecto clave para la integración del conocimiento científico a la cultura. En este proyecto se han seleccionado una serie de temas relacionados con los ODS 2, 3, 7, 11 y 12 de la Agenda 2030 para la organización de actividades de carácter divulgativo en centros de educación secundaria. En concreto, los temas planteados están encaminados a lograr la seguridad alimentaria y promover la agricultura sostenible (ODS 2 y 12 de la Agenda 2030, respectivamente), a promover la salud medioambiental, adquiriendo conocimiento y pensamiento crítico sobre las sustancias químicas potencialmente peligrosas y contaminantes (ODS 3), y a fomentar el uso de energías renovables asequibles, seguras para que ciudades y comunidades sean sostenibles (ODS 7 y 11) . De este modo, se ha propiciado que los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, siendo esta una de las metas del ODS 4 “Educación de Calidad”.

En concreto, se han organizado charlas divulgativas que tratan los siguientes temas:

- Antioxidantes naturales en alimentos.
- Aplicaciones y usos de las nanopartículas.
- Contaminantes emergentes en el medioambiente.
- Economía circular, sostenibilidad y biorrefinerías.

Es bien sabido que la experiencia práctica resulta fundamental en el desarrollo de las áreas STEM. Por lo general, los estudiantes no suelen estar familiarizados con los conceptos teóricos, ya que los perciben como difíciles de asimilar y contextualizar. Así, el fomento de vocaciones STEM se encuentra en el punto de mira, siendo la Química Analítica, cuya identidad no se concibe sin la experimentación, una de las herramientas de aprendizaje más versátiles para este fin. En este proyecto se seleccionaron experimentos sencillos y fácilmente trasladables a la vida cotidiana, en los cuales se emplearon reactivos y sustancias como la glucosa, el hidróxido sódico, el bicarbonato o el vinagre. Asimismo, se aprovechó la experiencia para abordar los usos y las características de los materiales de laboratorio, esenciales para poder llevar a cabo cualquier experimentación científica de manera satisfactoria. En concreto, se han organizado los siguientes experimentos:

- La tinta invisible
- *Blandiblu* “la masa viscosa”
- El semáforo

Finalmente, cabe indicar que las mentorías impartidas por los miembros de ANQUE y por los miembros del proyecto versaron sobre:

- Salidas profesionales de la Química en el ámbito de la educación pre- y universitaria
- Salidas profesionales de la Química en el ámbito de la industria

Para el desarrollo de este proyecto se ha contado con la participación de diez centros educativos de la Comunidad de Madrid (IES La Dehesilla, IES Guadarrama, CEPA Mariano José de Larra, IES Luis García Berlanga, IES Valdebernardo, Colegio Santa María del Bosque, IES Los Rosales, Colegio ADDIS, Colegio Salesiano Santo Domingo Savio y Colegio Beata Filipina de Madrid) con alumnos de diferentes niveles educativos, desde 3º ESO hasta 2º Bachillerato, incluyendo alumnos del programa de “Bachillerato de Excelencia” y estudiantes adultos procedentes de un CEPA. Según las solicitudes de cada centro se han realizado charlas divulgativas y/o talleres experimentales y mentorías.

Cabe destacar que el contenido de todas estas sesiones ha sido difundido al público en general a través de las plataformas sociales *Instagram*, *Twitter* y *TikTok* (@con100cia2ucm con 382 seguidores en total, a fecha de 4 junio de 2022). Además, se ha tenido en cuenta el gran impacto de las redes sociales en la sociedad y se han utilizado para llevar a cabo tareas de concienciación, divulgación y visibilización de cuestiones científicas enmarcadas en los calendarios y dentro de la Agenda 2030. En la **Figura 1** se muestran algunas de las fotografías diseñadas por los doctorandos que se publicaron en las redes sociales (con su correspondiente explicación divulgativa-científica).



Figura 1. Publicaciones realizadas en las redes sociales de @con100cia2ucm

Las sesiones dedicadas a charlas de divulgación han consistido en la exposición del tema escogido por los centros educativos en función del currículum educativo y del nivel de los alumnos, seguido de un tiempo de debate. Los talleres experimentales han

consistido en la realización de los tres experimentos diseñados expuestos anteriormente. En primer lugar, los miembros del proyecto explican el fundamento teórico del experimento y, a continuación, se dividen los alumnos en grupos para que recreen dicho experimento mientras se supervisa y explica de forma personalizada a cada grupo la utilización del material de laboratorio. De esta forma, se fomenta el trabajo en equipo y la colaboración entre ellos, así como la familiarización, transferencia y aprendizaje de los conceptos y competencias STEM. En la **Figura 2** se muestra, a modo de ejemplo, fotografías de las sesiones llevadas a cabo en los centros educativos.

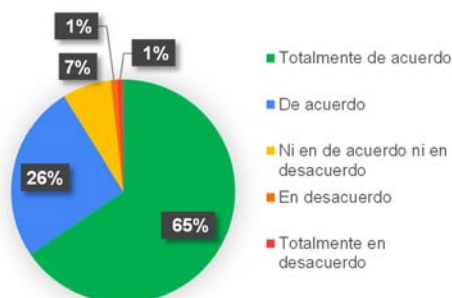


Figura 2. Fotografías de algunas de las sesiones de talleres, charlas y mentorías realizadas

Por otro lado, al finalizar cada una de las sesiones se realizó una encuesta de satisfacción a los asistentes a través de la plataforma *Google Forms*, con el objetivo de evaluar las actividades desarrolladas. Estas encuestas se basaron en la escala Likert. En el caso de la encuesta sobre las charlas de divulgación estaban formadas por un total de 8 ítems (ANEXO I) con cinco niveles de respuesta: totalmente en desacuerdo (1), en desacuerdo (2), ni acuerdo ni desacuerdo (3), de acuerdo (4), totalmente de acuerdo (5), mientras que en el caso de la encuesta sobre los talleres experimentales, estaban formadas por 5 ítems (ANEXO II). El número total de alumnos que respondieron a la encuesta de satisfacción sobre las charlas de divulgación ha sido de 112, con edades

comprendidas entre los 14 y 67 años. En el caso de los talleres experimentales, 351 alumnos realizaron la encuesta, con edades comprendidas entre los 14 y 17 años.

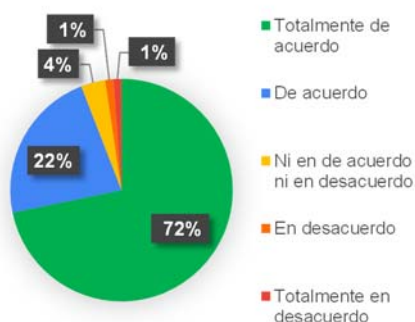
En la **Figura 3** se muestran algunos de los resultados obtenidos en la evaluación emitida por los alumnos para alguna de las preguntas realizadas en la encuesta de satisfacción sobre las charlas de divulgación. En ellos se puede observar que un alto porcentaje de los estudiantes que participaron en esta actividad estaban de acuerdo o totalmente de acuerdo en ítems como: “La actividad realizada me ha servido para aprender conceptos que antes no conocía”, “A través de la actividad he tomado conciencia sobre problemas que antes desconocía o a los que no prestaba atención”, “La ciencia ayuda a resolver problemas de la sociedad actual”, o “Trabajar contenidos mediante *Socrative* ha hecho que la sesión se más dinámica y amena”.



3. La actividad realizada me ha servido para aprender conceptos que antes no conocía



4. A través de la actividad he tomado conciencia sobre problemas que antes desconocía o a los que no prestaba atención



5. La ciencia ayuda a resolver problemas de la sociedad actual



7. Trabajar contenidos mediante Socrative ha hecho que la sesión se más dinámica y amena”

Figura 3. Ejemplo de los resultados obtenidos a partir de la encuesta de satisfacción, realizada a los estudiantes, basada en la escala Likert (correspondientes a las afirmaciones 3, 4, 5 y 7)

8. ANEXOS

ANEXO I.

A continuación, se especifican las afirmaciones incluidas en las encuestas de satisfacción:

1. La actividad me ha parecido interesante.
2. La actividad realizada es adecuada para mi nivel de conocimiento.
3. La actividad me ha servido para percibir problemáticas o aprender conceptos que antes no conocía.
4. A través de la actividad he tomado conciencia sobre problemas que antes desconocía o a los que no prestaba atención.
5. La ciencia ayuda a resolver problemas de la sociedad actual.
6. Mi interés por la ciencia ha aumentado al finalizar la actividad.
7. Trabajar contenidos mediante *Socrative* ha hecho que la sesión sea más dinámica y amena.
8. Me gustaría utilizar *Socrative* en otras asignaturas.

Y otra cuestión adicional: selecciona aquellas palabras que describen mejor tu experiencia personal en el desarrollo de esta actividad y tacha aquellas que no:

Activo	Motivado	Entusiasmado
Seguro	Confundido	Cómodo
Creativo	Preocupado	Desafiado
Interesado	Perdido	Inspirado
Satisfecho	Aburrido	Frustrado

ANEXO II

1. El taller realizado me ha parecido interesante.
2. La actividad realizada es adecuada para mi nivel de conocimiento.
3. La actividad realizada me ha servido para aprender conceptos que antes no conocía.
4. Mi interés por la ciencia ha aumentado al finalizar el taller.
5. Me gustaría hacer más actividades de este tipo.

Y otra cuestión adicional: selecciona aquellas palabras que describen mejor tu experiencia personal en el desarrollo de esta actividad y tacha aquellas que no:

Activo	Motivado	Entusiasmado
Seguro	Confundido	Cómodo
Creativo	Preocupado	Desafiado
Interesado	Perdido	Inspirado
Satisfecho	Aburrido	Frustrado