

“Madrid con Ciencia”: Paseos para descubrir nuestro pasado científico

¹Pinto, Gabriel; ²Alcázar, Victoria; ³Martín Conde, María; ⁴López Hernández, Isabel; ⁵Avilés, Estefanía; ⁶Beltrán, Freddy R.; ⁷García Muñoz, Patricia; ⁸García-Castellano Gerbolés, Carlos.
¹gabriel.pinto@upm.es; ²mariavictoria.alcazar@upm.es; ³maria.mconde@upm.es; ⁴isabel.lopez@upm.es;
⁵estefania.aviles@upm.es; ⁶f.beltran@upm.es; ⁷patricia.gmunoz@upm.es; ⁸carlos.gcastellano@upm.es

Resumen— Se informa sobre el desarrollo del proyecto de Aprendizaje-Servicio (ApS) “Madrid con Ciencia: Paseos para descubrir nuestro pasado científico”, realizado en la Universidad Politécnica de Madrid durante 2024. Alumnos y profesores colaboraron en la mejora e implementación de dos rutas divulgativas: “La Ilustración Española y el descubrimiento de tres elementos químicos” y “Los ‘Altos del Hipódromo’: una zona emblemática de la ‘Edad de Plata’ de la cultura española”. Se introducen los objetivos del proyecto que se basan, a su vez, en lo conseguido con un proyecto ApS del curso anterior que, además, fue premiado por la propia universidad. Se describen las metodologías empleadas (participantes, fases del proyecto, actividades de aprendizaje y ODS abordados) y los resultados alcanzados —muy satisfactorios para todos los colectivos implicados—. Finalmente, se exponen las conclusiones y perspectivas de futuro.

Palabras Clave— Aprendizaje-Servicio (ApS), Divulgación de áreas STEAM, Ocio y cultura, Rutas divulgativas

Abstract— The development of the Service-Learning (ApS) project “Madrid with Science: Walks to Discover Our Scientific Past”, carried out at the Polytechnic University of Madrid during 2024, is reported. Students and professors collaborated on the improvement and implementation of two outreach routes: “The Spanish Enlightenment and the Discovery of Three Chemical Elements” and “The ‘Altos del Hipódromo’: An Emblematic Area of the ‘Silver Age’ of Spanish Culture”. The project’s objectives are introduced, building upon the achievements of a previous ApS project from the past academic year, which was also awarded by the university. The methodologies used (participants, project phases, learning activities, and addressed SDGs) and the results obtained —highly satisfactory for all involved groups— are described. Finally, the conclusions and future perspectives are presented.

Keywords— Service-Learning, STEAM topics outreach, Leisure and culture, Outreach strolls

1. INTRODUCCIÓN

Se recoge información sobre el desarrollo del proyecto de Aprendizaje-Servicio (ApS) “Madrid con Ciencia: Paseos para descubrir nuestro pasado científico”, realizado en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) durante 2024. A través de dicho proyecto, alumnos y profesores colaboraron en la mejora e implementación de dos rutas divulgativas en Madrid, tituladas: “La Ilustración Española y el descubrimiento de tres elementos químicos” (ruta 1) y “Los ‘Altos del Hipódromo’: una zona emblemática de la ‘Edad de Plata’ de la cultura española” (ruta 2). En este trabajo, se introducen los objetivos del proyecto que, a su vez, estaban basados en lo conseguido con un proyecto ApS llevado a cabo el año anterior, financiado también por la UPM, titulado “Madrid a Ciencia Cierta: Diseño e implementación de rutas guiadas con temática STEAM”. Cabe citar que el proyecto realizado el curso anterior recibió el primer premio de la *Convocatoria de Premios a Proyectos Aprendizaje-Servicio de la Universidad Politécnica de Madrid*. Este hecho, aparte de suponer una gran satisfacción para los integrantes del equipo, y entenderlo como un reconocimiento a la labor desarrollada, sirvió para terminar de perfilar con más determinación la continuidad de la iniciativa.

Con ambos proyectos ApS, relacionados estrechamente, se ha pretendido responder a una serie de necesidades que contemplaban aspectos como:

- Una formación más holística del alumnado universitario de ingenierías, relacionando ciencia y tecnología con cuestiones de arte (pintura, literatura...), historia y arquitectura, a través de dos programas concretos de estudio (las dos rutas planteadas por distintas zonas de Madrid).

- Desarrollo de competencias como búsqueda de datos, trabajo en equipo, exposición oral, creatividad, etc., en alumnado universitario de la UPM (Grado, Máster y Doctorado).

- Promoción de nuevas vías de divulgación de actividades para el Ayuntamiento de Madrid. En concreto, se considera relevante diseñar rutas en las que se ofrecen contenidos sobre patrimonio científico y técnico madrileño, en el contexto de la oferta cultural global.

- Mejora del conocimiento de temas de ciencia, arte e historia por parte de un público diverso, como son: alumnos y profesores de todas las etapas educativas, ciudadanos madrileños con interés por la cultura, y visitantes en Madrid por diversas causas (ocio, congresos científicos, etc.). Para un público cada vez con más formación y más acceso a la información, es fundamental la elaboración de explicaciones rigurosas que combinen entretenimiento y formación.

- Incremento de transferencia del conocimiento y de las actividades que realiza una universidad pública, y en concreto la UPM, en otros entornos sociales.

- Mejora del conocimiento del patrimonio arquitectónico y cultural que acompaña a una ciudad histórica como Madrid. En concreto, la ruta 1 forma parte del recientemente proclamado por la UNESCO como "Paisaje de la Luz", al que complementa desde una perspectiva muy poco conocida: la implicación destacada de España en el descubrimiento de tres elementos químicos durante el siglo XVIII y principios del siglo XIX. Por su parte, la ruta 2 (Los 'altos del hipódromo': una zona emblemática de la 'Edad de Plata' de la cultura española (1868-1936)) pone en valor muchos de los logros científicos de la conocida como Edad de Plata de la cultura española (finales del siglo XIX y principios del siglo XX).

Como consecuencia del desarrollo del proyecto ApS inicial, se concluyó que, si bien se abordaron con éxito las necesidades señaladas, suponen una exigencia continua pues, entre otros motivos, se refieren a alumnado participante y público que se beneficia de las actividades que son diferentes. Por ello, y para abordar los objetivos que se resumen en el siguiente epígrafe, se decidió dar continuidad al proyecto, introduciendo mejoras.

Para el segundo proyecto de ApS se colaboró, de nuevo, con las mismas entidades externas:

- Ayuntamiento de Madrid, a través de la Oficina de Proyectos de la Coordinación General de la Alcaldía, para funciones como: asesoramiento, colaboración en la organización de eventos asociados al proyecto y distribución de información. Se echó en falta una mayor implicación de esta oficina, pero puede ser comprensible por la gran cantidad de tareas en las que está implicada.

- El Grupo Especializado en Didáctica e Historia de la Física y de la Química, común a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química. Se llevaron a cabo las colaboraciones previstas: asesoramiento a alumnos y profesores participantes en el matiz histórico y científico de los paseos, difusión de información (boletines, redes sociales...) y colaboración en la organización de eventos.

2. OBJETIVOS

Las necesidades educativas y culturales que se apreciaron para plantear los proyectos educativos citados, fueron:

- Proporcionar una formación más holística para el alumnado universitario, con nuevas herramientas didácticas para relacionar ciencia y tecnología con aspectos de arte, historia, urbanismo y arquitectura.

- Desarrollar ciertas competencias, como búsqueda de datos, trabajo en equipo, exposición oral, creatividad, etc., en alumnado universitario de Grado, Máster y Doctorado.

- Incrementar el conocimiento de las actividades y del patrimonio arquitectónico de la Universidad Politécnica de Madrid.

- Facilitar nuevos canales de divulgación de actividades y de difusión de información para el Ayuntamiento de Madrid, como son paseos con contenidos del patrimonio científico de la ciudad, no tan conocido como el histórico y artístico.

- Favorecer el conocimiento de temas de ciencia, arte e historia –combinando entretenimiento y formación–, para públicos diversos: alumnos y profesores de todas las etapas educativas, ciudadanos con interés por la cultura, visitantes en Madrid por distintas causas (ocio, congresos, eventos, etc.).

- Mejorar el conocimiento del acervo que acompaña a una ciudad histórica como Madrid.

Para abordar estas necesidades, se plantearon los siguientes objetivos principales:

1. Fomentar el conocimiento de relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (C-T-S), tanto entre el público participante como en el alumnado y profesorado involucrado.

2. Desarrollar e indagar sobre temas concretos de historia de la ciencia y de la técnica.

3. Profundizar en el conocimiento de la gesta de los cuatro españoles (Antonio de Ulloa, hermanos Elhuyar –Juan José y Fausto– y Andrés Manuel del Río) que descubrieron tres elementos químicos (platino, wolframio y vanadio, respectivamente), así como de otros científicos, ingenieros y arquitectos.

4. Reflejar las huellas de estos científicos e ingenieros en Madrid, intensificando esa labor en la figura de del Río, único madrileño que ha descubierto un elemento químico.

5. Resaltar el fundamento e importancia de la tabla periódica, como hito –e icono popular– de la ciencia.

6. Divulgar la riqueza de las relaciones históricas y culturales, en España y en la América Española, abordando contextos que abarcan los siglos XVIII, XIX y principio del XX.

7. Abordar temas concretos de geodesia y otras áreas de ciencia y tecnología.

8. Colaborar en la proyección de Madrid como destino turístico de interés científico.

9. Involucrar a alumnado universitario en la consecución de estos objetivos.

10. Colaborar en la adquisición, en los alumnos implicados directamente en la actividad ApS, de competencias personales y sociales, como (aparte de las ya citadas): empatía, facilidad para hablar en público y explicar temas científicos, a personas expertas o no, y la satisfacción del trabajo bien hecho.

Estos objetivos generales se pretendieron ampliar, en el segundo proyecto de ApS indicado, para grupos con características específicas. Así, se han desarrollado programas de rutas (bien como guías, bien como receptores de la información y participantes) para colectivos concretos de alumnos y profesores de varios ámbitos (química, física, arquitectura y urbanismo, y didáctica de las ciencias) y entornos (diversas etapas educativas, público en general, colegios de entornos rurales, universitarios extranjeros...).

3. METODOLOGÍA

3.1. Participantes, fases del proyecto y procedimiento seguido

Se contó con un equipo de diez profesores y cinco alumnos (dos de doctorado y tres de postdoctorado). Cabe destacar la interdisciplinaridad del grupo, al haber expertos en química, tecnología de materiales, historia de la ciencia, didáctica, diseño, lingüística e inglés. A lo largo del proyecto se incorporó al equipo

otro alumno de doctorado. Las fases seguidas para cubrir las necesidades y objetivos descritos, se llevaron a cabo a través de los pasos recogidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Fases desarrolladas a lo largo del proyecto, que se realizó en el año 2024.

Paso	Fechas	Actividades
1	Enero a marzo	Análisis de los resultados del proyecto realizado durante 2023.
2	Enero a marzo	Redacción formal de los pasos de las rutas con información adicional (por atender a diversos públicos, como asistentes a congresos).
3	Febrero a abril	Elaboración de figuras para mostrar en los paseos.
4	Abril a noviembre	Continuación del desarrollo práctico de las dos rutas de forma presencial, a diversos grupos de público variado.
5	Abril a mayo	Elaboración de ambos paseos de forma 'virtual' para permitir su realización en otros entornos a gente que no necesariamente pasa por Madrid, o que quiere realizarlos por su cuenta, pero con información adecuada.
6	Mayo a junio	Desarrollo de todo lo anterior en inglés.
7	Octubre a noviembre	Análisis de resultados y discusión de perspectivas de futuro.

La relación dentro de la institución (alumnos, docentes e investigadores) fue fluida, y sirvió para estrechar lazos de colaboración. Incluso sirvió para favorecer las interacciones docentes-alumnos, pues en muchos casos solo se conocían de la impartición de clases. La forma de desarrollo y consecución de los objetivos planteados se recoge en los siguientes párrafos.

En relación a los contenidos (competencias académicas), se incluyeron multitud de conceptos, en las distintas fases del proyecto, como se recoge en trabajos previos (Pinto y col., 2023; Pinto, Alcázar y Martín Conde, 2025).

En cuanto a competencias personales y sociales, para los alumnos involucrados en la actividad de ApS, se intentaron favorecer aspectos como:

- (a) Fomento de la empatía considerando, por ejemplo, el público al que van destinado los paseos, no siempre experto en los temas abordados.
- (b) Mejora de la facilidad para hablar en público.
- (c) Desarrollo de explicaciones de temas científicos y técnicos para personas de formación heterogénea.
- (d) Promoción y puesta en valor de la vocación de servicio.

3.2. Desarrollo y aplicación de metodologías y actividades de aprendizaje

Para todo lo planteado en los anteriores epígrafes, las metodologías didácticas y actividades de aprendizaje que se llevaron a la práctica para desarrollar los proyectos ApS, fueron:

- Aprender haciendo. Las actividades se desarrollaron con carácter práctico (estudio, realización de carteles y presentaciones, reuniones, diseño y desarrollo de visitas...), que sirvieron para "aprender" y superar problemáticas mientras se realizaban.
- Aprendizaje Basado en Retos. El principal reto de partida fue desarrollar (primer proyecto) y perfeccionar (segundo proyecto) dos rutas divulgativas (temática, control de tiempos, diseño...) pero, a medida que se desarrollaban ambos proyectos, aparecían otros nuevos, como amoldar los paseos a públicos más específicos y rediseñar las rutas.
- Aprendizaje Basado en la Investigación. Los estudiantes que se implicaron construyeron su propio conocimiento a través de un proceso activo de indagación e interacción con otros estudiantes, investigadores, profesores y público participante.

- Aprendizaje cooperativo. La base de los proyectos fue el trabajo cooperativo entre alumnos y profesores. Una muestra de la riqueza al respecto es que se interaccionó con alumnos de otros países que aún no conocían suficientemente el español, organizándose visitas específicas en las que aprendían sobre el entorno de su centro de estudio (la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la UPM) y aspectos culturales de España, guiados por alumnos veteranos que, a su vez, perfeccionaban el uso del inglés.

3.3. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) abordados

Los ODS que se han trabajado con los dos proyectos ApS han sido:

- Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida. En concreto con las metas, de aquí a 2030 de: (a) 4.4 Aumentar el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento (todo el proyecto es, en sí mismo, una búsqueda de aportes para mejorar la formación en competencias); (b) 4.7 Asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, la promoción de una cultura de paz, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural; (c) 4.c Aumentar la oferta de docentes cualificados, incluso mediante la cooperación internacional para la formación de docentes en los países en desarrollo (muchos alumnos implicados en el proyecto son potenciales docentes y es de esperar que trasladen el conocimiento elaborado a sus futuros alumnos).

- Objetivo 11: lograr que las ciudades sean inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. En especial con la meta 11.4 (redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural).

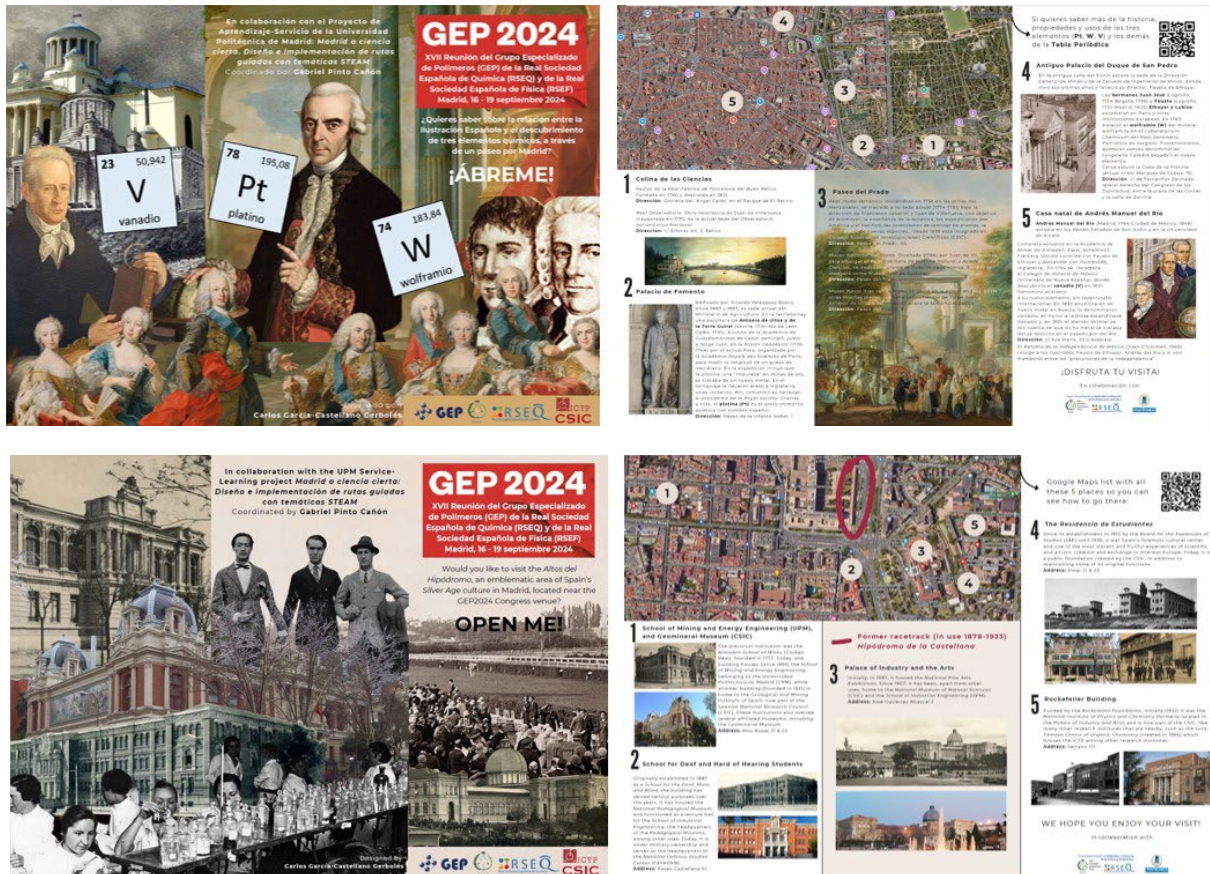
- Objetivo 17: Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible. En concreto para la meta 17.6 Mejorar la cooperación regional e internacional en materia de ciencia, tecnología e innovación y el acceso a estas, y aumentar el intercambio de conocimientos.

4. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

El resultado más evidente ha sido el diseño y puesta en práctica de las dos rutas divulgativas. En su implementación, están sujetas a cambios según la naturaleza del público y disponibilidades horarias (el tiempo estándar de cada ruta es de unas dos horas). Se intenta que sean paseos dinámicos, lo más distendidos posible, manteniendo el rigor. Para favorecer su carácter didáctico, se han preparado (alumnos y docentes implicados en el proyecto ApS) un conjunto de imágenes, para mostrar en público, bien en *tablets*, bien impresas en carpetas. En algún caso, las rutas no se realizan físicamente, sino que se explican en conferencias (congresos, Semana de la Ciencia, eventos...), algo también motivador, como se aprecia en la práctica. La descripción detallada de las rutas se ha publicado en otros medios (Pinto y col., 2024; Pinto y col., 2025) y será objeto de futuras publicaciones. En las figuras 1 a 3 se muestran detalles concretos, a modo de ejemplo, de lo abordado en las visitas.

Hasta la fecha (marzo de 2025), han participado en las actividades, aparte de los profesores y alumnos directamente implicados en los proyectos (un par de decenas), una docena de alumnos más que ejercieron de “guías” y unas 500 personas que se involucraron en las rutas, —bien en forma física como paseo, bien como asistentes a conferencias—. Para conocer el grado de satisfacción, se preparó un cuestionario *on line* para responder tras terminar la actividad. Aparte de comentarios de felicitación por la actividad, se incluyeron recomendaciones puntuales de mejora, pero destaca el hecho (ver Figura 4) de que bastante más de tres cuartos de los participantes en el cuestionario (78 respuestas) indican que han aprendido mucho o bastante de arte, historia, ciencia y tecnología, que han mejorado en competencias, y que valoran la actividad como excelente o muy buena.

La actividad, al menos en alguna de sus partes, se ha introducido en varias asignaturas de la UPM, como son *Química I* impartida en el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales y en el Grado en Ingeniería Química; *Recursos para la Didáctica de las Ciencias* del Máster en Formación del Profesorado; *Comunicación y Divulgación de la Ciencia y de la Tecnología* de los Másteres de Ingeniería Industrial y Química; y *Diseño de Actividades Innovadoras en Ciencias Experimentales para la Escuela* del Máster (impartido conjuntamente con la Universidad Complutense de Madrid) de Investigación e Innovación en la



Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Además, ha sido el tema central de tres trabajos fin de Máster.

Figura 1. Ejemplos de dos folletos sobre las rutas divulgativas, diseñados por alumnos involucrados en el ApS, para la celebración de un congreso científico en Madrid.



Figura 2. Ejemplos de ilustraciones seleccionadas por alumnos y profesores para incluir en la carpeta visual de la segunda ruta.



Figura 3. Imágenes de alumnos extranjeros que participaron como público y de alumnos de la UPM que se involucraron activamente (como “guías”), participando en dos paseos desarrollados. Nota: firmaron su disponibilidad para exponer sus fotografías.



Figura 4. Algunos resultados de los cuestionarios de satisfacción de los participantes con la actividad (sobre 79 respuestas recibidas).

5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE MEJORA

La experiencia ha sido enriquecedora y muy bien apreciada por los colectivos implicados (profesores y alumnos participantes en su desarrollo, público participante en las actividades, representantes de las entidades colaboradoras, etc.), como se ha manifestado en reuniones, en encuentros y en las encuestas de satisfacción comentadas anteriormente.

Las dos rutas se han podido desarrollar de forma adecuada, en modalidad presencial y también de forma “virtual” (a través de conferencias en distintos foros). La aceptación por parte del público participante ha

sido muy positiva, de forma que muchas personas han dejado sus datos para que se les anuncien actividades análogas. Los alumnos directamente implicados, según han valorado, han adquirido competencias específicas y genéricas, considerándose que es un buen ejemplo de ApS. Los profesores involucrados también han aprendido muchos conceptos y han visto recompensada su labor, por la apreciación de los temas, tanto por parte de los alumnos como del público participante. Otro ejemplo del éxito del proyecto fue la concesión del primer premio a los mejores proyectos de Aprendizaje-Servicio realizados en la UPM, como ya se ha citado.

Con la consecución del proyecto, las rutas quedaron establecidas y se realizan actualmente bajo demanda. Por ejemplo, se han realizado visitas y conferencias sobre ellas, durante la celebración de la Semana de la Ciencia de la Comunidad de Madrid para público en general, para alumnos de EEUU en viaje de estudios, y para asistentes a la *18th International Conference on Industrial Engineering* y a la reunión nacional del Grupo Español de Polímeros, por poner algunos ejemplos.

La idea, en cuanto a perspectivas de futuro, es seguir completando detalles, enfocándolo a distintos perfiles. Por ejemplo, se han iniciado ya, y se pretende mejorar, unas iniciativas de teatralización con alguna vestimenta de época, en ambos casos. Fruto de la experiencia, aunque ya se han hecho visitas en inglés, de forma puntual, se plantea realizarlas de forma más metódica. También se pretende desarrollar las visitas en plataformas web para que sean más conocidas. Además, otra idea de futuro es integrarlo como actividades de la UPM y del Ayuntamiento de Madrid. En esencia, se considera que se han cumplido adecuadamente los objetivos marcados (y recogidos al inicio de este texto), y con buenas perspectivas de futuro.

6. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la ayuda prestada por la Universidad Politécnica de Madrid, a través de los proyectos “*Madrid a Ciencia Cierta: Diseño e implementación de rutas guiadas con temática STEAM*” y “*Madrid con Ciencia: Paseos para descubrir nuestro pasado científico*”, correspondientes a las convocatorias de «Proyectos de Aprendizaje-Servicio» de los años 2022 y 2023, respectivamente. También se agradece la colaboración de la Oficina de Proyectos del Ayuntamiento de Madrid, y del Grupo Especializado en Didáctica e Historia de la Física y la Química, que es común a las Reales Sociedades Españolas de Física (RSEF) y de Química (RSEQ).

7. REFERENCIAS

- PINTO, G.; MARTÍN CONDE, M.; AGÜERO, A.; ALCÁZAR, V.; ARABBASERI, N.; ARRIETA, M. P.; BELTRÁN, F. R.; GARCÍA MUÑOZ, P.; ISAR, M.; LÓPEZ HERNÁNDEZ, I.; MARTÍN GARCÍA, F.; MATÍAS, C.; OLIET, J.; PEPONI, L.; RAMÍREZ, J.; ROBUSTILLO, D.; SEPÚLVEDA, J. A. & SOLÍS, M. (2023). Diseño e implementación de rutas divulgativas STEAM en Madrid: Un proyecto de Aprendizaje-Servicio, en: *Actas del VII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación (CINAIC)*, Ed. Universidad de Zaragoza, p. 48.
- PINTO, G.; ALCÁZAR, V.; MARTÍN CONDE, M.; AGÜERO, A.; ARRIETA, M. P.; BELTRÁN, F. R.; GARCÍA MUÑOZ, P. & SEPÚLVEDA, J. A. (2024). ‘Madrid a Ciencia Cierta’: diseño e implementación de rutas guiadas con temática STEAM, en: *Experiencias de Aprendizaje-Servicio en la UPM. 2023*, Oficina de Aprendizaje-Servicio UPM (Coordinación). Ed. Universidad Politécnica de Madrid.
- PINTO, G.; ALCÁZAR, V.; MARTÍN CONDE, M. (2025). Paseos divulgativos: Integrando la metodología de Aprendizaje-Servicio en la educación STEAM, en: *Experiencias y Estrategias de Innovación Educativa en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (IV)*, M. González Montero de Espinosa y A. Herráez Sánchez (Editores). Ed. Grupo SM, en prensa.
- PINTO, G.; MARTÍN CONDE, M.; ALCÁZAR, V.; ARRIETA, M. P.; AVILÉS, E.; GARCÍA MUÑOZ, P.; LÓPEZ HERNÁNDEZ, I.; BELTRÁN, F. R.; ROBUSTILLO, D.; AGÜERO, A.; SOLÍS, M.; SEPÚLVEDA, J. A.; ARABBASERI, N. & GARCÍA-CASTELLANO, C. (2025). Integración de Historia y Ciencia a través de paseos

divulgativos: Una experiencia de Aprendizaje-Servicio en la Universidad, en: *Formación crítica y reflexiva a través de la metodología Aprendizaje-Servicio: compromiso entre universidad y sociedad*, Ed. Universidad de Alcalá, *en prensa*.