



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2023/2024

Nº de proyecto: 226

Matemática interdisciplinar, construyendo las transiciones profesionales

Inés M. Gómez-Chacón

Facultad de Ciencias Matemáticas

Departamento de Álgebra, Geometría y Topología  
y Cátedra Extraordinaria UCM Miguel de Guzmán

## **Índice**

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto
2. Objetivos alcanzados
3. Metodología empleada en el proyecto
4. Recursos humanos
5. Desarrollo de las actividades

## 1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

En la presentación del proyecto nos planteamos desarrollar los siguientes objetivos:

- Desarrollar estrategias y recursos en la transición a la profesión de los estudiantes de matemáticas favoreciendo la interdisciplinariedad en matemáticas y las conexiones con el mundo laboral.
- Responder a la necesidad de tender puentes entre el espacio académico y el empleo, lo que conlleva impulsar la apertura profesional de los estudios en matemáticas y propiciar herramientas para que los profesores acompañen a los estudiantes.

## 2. Objetivos alcanzados

En este proyecto se han alcanzado los siguientes objetivos específicos planteados. Seguidamente precisamos el logro de cada uno de ellos.

En relación con el objetivo 1:

- 1. Analizar fenómenos desde el ámbito matemático, a los que un estudiante en sus últimos cursos pueda dar respuesta y que favorezcan el inicio profesional y la responsabilidad social, para integrarlos curricularmente.*

Este objetivo ha respondido a la necesidad de mirar a la sociedad y las necesidades emergentes en la profesión con responsabilidad social. Se ha ido realizando a lo largo de todo el curso.

Con relación a los objetivos 2 y 3:

- 2. Identificar, en situaciones de aprendizaje de los TFGs y prácticas curriculares, obstáculos y dificultades en las transiciones entre dimensiones que deben ser fortalecidas en los estudiantes: de lo personal a lo profesional, de lo disciplinar a lo interdisciplinar, de lo académico a lo profesional, etc. basados en casos prácticos de la UCM.*
- 3. Identificar ejemplos de buena práctica de TFGs interdisciplinares y/o conectados con problemas prácticos derivados de la empresa, o de respuesta a problemas de sostenibilidad o de diferentes necesidades sociales.*

Ambos objetivos responden a la necesidad de partir de la realidad de los estudiantes como centro en el aprendizaje y a la necesidad de capitalizar el “saber hacer matemático” y las competencias “sobre el saber ser” y “saber estar” en la interacción con los alumnos de los docentes del equipo y abrimos a orientaciones y formulaciones actualizadas desde la empleabilidad de la empresa.

Se han desarrollado ejemplos que quedan descritos en la parte de actividades de esta memoria.

En relación con el objetivo 4:

- 4. Realizar un trabajo colaborativo como comunidad de indagación (CoI-UCM) el intercambio de ideas y de experiencias, así como de la docencia compartida para la tutela de TFG's.*

Se ha consolidado la comunidad de indagación y aprendizaje iniciada en el proyecto PLATINUM que integra a profesorado novel que se inicia en la docencia (Gómez-Chacón, et. al, 2021).

## 3. Metodología empleada en el proyecto

Hemos trabajado siguiendo el planteamiento metodológico descrito en la memoria inicial. Nos hemos basado en una metodología que está arraigada en la idea de Comunidades de Indagación (CoI) entre investigadores y profesores (y a menudo estudiantes) que se forman conjuntamente a través de la investigación en la práctica (Jaworski, 2020). El co-aprendizaje en las Comunidades de Indagación apoya eficazmente a los profesores y fomenta su desarrollo profesional, así como la colaboración en diseño de materiales para la docencia (Gómez-Chacón, et. al, 2021).

#### 4. Recursos humanos

Es un proyecto interfacultativo de la UCM, facultades: de Ciencias Matemáticas, de Medicina y de Económicas y Empresariales.

Como Proyecto interdepartamental se ha contado con el apoyo de los departamentos siguientes: Departamento Álgebra, Geometría y Topología, Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Departamento de Economía Financiera y Actuarial y Estadística y Sección Departamental de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I (Geofísica y Meteorología) (Astronomía y Geodesia).

Los participantes en el proyecto han sido:

Coordinación: Inés M. Gómez-Chacón

Participantes: Adrián Bacelo, Antonio Díaz-Cano Ocaña, José María Ferrer, Marta Folgueira, Bibiana Granda, Raquel Mallavibarrena, Francisco Javier Martín Campo, Francisco Javier Martínez Aguinaga, M<sup>a</sup> Teresa Ortuño, Clara Queipo, Talia Swerts, Paula Terán, Gregorio Tirado.

#### 5. Desarrollo de las actividades

Son varias las actividades realizadas: actividades de formación, ejemplificación de TFG's interdisciplinares, elaboración de materiales de evaluación (cuestionarios de diagnóstico de competencias interdisciplinares y rúbrica de evaluación) y actividades de difusión y transferencia en espacios internacionales.

##### 5.1. Actividades de formación

Además de la sesión de lanzamiento y coordinación del proyecto, se han desarrollado siete acciones formativas. Se detallan a continuación.

**Actividad Introductoria de lanzamiento del proyecto:** *Matemática interdisciplinar, construyendo las transiciones profesionales- Proyecto Innova-Docencia. Sesión de puesta en marcha como Comunidad de Indagación como profesores, por I.M. Gómez-Chacón y M.T. Ortuño (noviembre de 2023).*

**Actividad formativa 1:** *Enfoques y significados: Matemática Interdisciplinar y proyectos interdisciplinares por I.M Gómez-Chacón (10 de enero de 2024)*

*Resumen:*

Se profundiza en el concepto de Interdisciplinariedad. En la Interdisciplinar frente a a-disciplinariedad, trans-disciplinariedad o multi-disciplinariedad. "La multidisciplinariedad implica una yuxtaposición enciclopédica y aditiva o, a lo sumo, algún tipo de coordinación, pero carece de intercomunicación y las disciplinas y las disciplinas permanecen separadas: es, de hecho, una pseudointerdisciplinariedad. La verdadera interdisciplinariedad es integrar, interactuar, vincular y enfocar. [...]. La transdisciplinariedad es trascender, transgredir y transformar, es teórica, crítica teórica, crítica, integradora y reestructuradora, pero, como consecuencia de ello, también es más amplia y exógena" (Klein, 2010). Se presentan ejemplificaciones: 1) Las cuestiones relacionadas con la .. INTER-Disciplinariedad entre Matemáticas y Física (desde un punto de vista curricular, Satanassi, Branchetti, Fantini, et al. (2023).); 2) Proyecto Europeo Identities, <https://identitiesproject.eu/fr/project/>

*Discusión:* ¿Cómo pueden las disciplinas integrarse, interactuar, vincularse entre sí en perspectiva de la formación para la profesión (formación del profesorado universitario), en contextos institucionales disciplinares?

	
<p><i>Acción formativa 1 miembros del Proyecto en la sesión</i></p>	<p><i>Actividad formativa 2: TFG interdisciplinares: metodología ApS</i></p>

**Actividad formativa 2: TFG interdisciplinares: metodología ApS. por M.T. Ortuño (10 de enero de 2024)**

Resumen: En este seminario se presentan las líneas principales de la metodología "Aprendizaje y Servicio" y su posible aplicación en una Facultad de Matemáticas. Aprendizaje-servicio es una forma de educación experiencial que integra el servicio a la comunidad en el aprendizaje para enriquecer la experiencia de aprendizaje, enseñar responsabilidad cívica y fortalecer las comunidades. Para que una práctica educativa sea ApS hace falta que reúna 4 requisitos básicos: Reflexión, participación, aprendizaje y servicio. Esta experiencia se puede ubicar en una asignatura, en un TFG/TFM, en el Practicum... Se presentan distintos ejemplos de aplicación de la metodología en el desarrollo de TFG y TFM interdisciplinares.

En cuanto a la discusión, como puntos a favor se habló de que en este tipo de proyectos la interdisciplinariedad es patente y fácil de integrar, y como puntos en contra la dificultad de encontrar asociaciones o entidades con quienes contactar para un proyecto de este tipo desde el ámbito de las matemáticas.

**Actividad formativa 3: Proyecto innovación UCM-URJC, por Adrián Bacelo (13 de febrero de 2024)**

Resumen: Experiencia de innovación docente entre un grupo de 1º de álgebra lineal del grado de Matemáticas (UCM) y un grupo de 3º de Interacción Ordenador Persona del grado de Informática (URJC). En grupos interdisciplinares, desarrollaron una app para enseñar matrices a niños y niñas de primaria y personas con diversidad.

Discusión: Se planteó la idea de que hubiera diferencia de madurez académica entre alumnado de primero y de tercero. Igualmente, al pretender que el alumnado de matemáticas fuera quien diera rigor y formalismo, se plantea que en primero es posible que eso no ocurra y que pueda variar si se elige alumnado de últimos cursos.

**Actividad formativa 4: PIMCD 226: challenges en la asignatura de Investigación Operativa, por F. Javier Martin-Campo (13 de febrero de 2024)**

Resumen: La presentación está enfocada a compartir una actividad que el ponente lleva practicando en la asignatura de Investigación Operativa del Doble Grado en Economía-Matemáticas y Estadística desde hace varios años. La actividad consiste en proponer problemas conocidos o juegos de lógica simples pero que permiten al estudiante pensar en su modelización mediante programación matemática. Se presentan varios ejemplos de los cuales, la mayoría han sido empleados en clase. La modelización es un pilar importante en la asignatura de Investigación Operativa proyectada en el futuro profesional de los estudiantes, donde la actividad laboral se verá centrada en la creación de modelos matemáticos de distinta índole para enfrentarse a problemas reales.

Resumen de la discusión: La discusión se centró en alternativas a algunos problemas planteados, su enfoque desde la asignatura y habilidades que adquieren los estudiantes en la creación de modelos matemáticos.

	 <p>Acción formativa 5. PIMCD 226: challenges en la asignatura de Investigación Operativa</p>
	<p>Acción Formativa 6. Interdisciplinariedad medicina y estadística. Experiencia en tutorización TFM</p>

**Actividad formativa 5:** *TFG y TFM interdisciplinares en el campo de las Ciencias de la Tierra y del Espacio por Marta Folgueira (27 de febrero de 2024)*

En esta sesión del Proyecto de Innovación se analizaron algunos aspectos de los Trabajos Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster codirigidos con Empresa, es decir, los cotutores son profesionales; algunos de ellos antiguos estudiantes de Matemáticas – UCM, colaboradores en el Máster de Ingeniería Matemática y que han hecho la tesis o están haciendo la tesis en el programa de doctorado IMEIO. Las empresas están relacionadas con la Geodesia y el sector aeroespacial, como IGN y GMV. En el caso de los TFGs, el 83.3% de los estudiantes hicieron prácticas en las empresas mencionadas y el TFG estaba relacionado con dichas prácticas. En relación con el desarrollo profesional de los egresados, el 66,7% de los estudiantes continuaron en la misma empresa en la que realizaron las prácticas o en otra vinculada a la Geodesia.

En el caso de los TFM, estos son codirigidos con Empresa y realizados en Empresa (principalmente IGN y GMV) y la mayoría de los temas del TFM son propuestos por la Empresa para que los que puedan aplicar los estudiantes puedan aplicar los conocimientos adquiridos en el periodo de prácticas. En relación con el desarrollo profesional de los egresados, el 85,7% de los estudiantes continuaron en la misma empresa en la que realizaron las prácticas o en otra vinculada a las Ciencias de la Tierra y del Espacio.

**Actividad formativa 6:** *Interdisciplinariedad medicina y estadística. Experiencia en tutorización TFM, por José María Ferrer Caja (12 marzo de 2024).*

El objetivo de la presentación era dar a conocer mi experiencia como cotutor en trabajos de fin de máster (TFM) de naturaleza interdisciplinar. Los tres TFM que se comentaron son del Máster en Nutrición Humana y Dietética Aplicada y fueron realizados y presentados en el curso 2022-2023. Cada trabajo fue realizado por tres estudiantes, aunque la exposición oral y defensa ante tribunal se hicieron de forma individual. La labor del director fue principalmente en asesorar a los estudiantes en la parte estadística del trabajo, orientándolos para definir correctamente los objetivos, calcular los tamaños muestrales necesarios y aplicar las técnicas estadísticas pertinentes con el paquete estadístico SPSS.

En la presentación se indica la variada procedencia del alumnado y mostré los pdf con los que algunas de las estudiantes (una por cada trabajo) se apoyaron para exponer sus TFM, haciendo hincapié en la parte estadística y cómo se había integrado en los trabajos. Los títulos de los TFM son: "Diferencias en el peso, IMC, grasa y masa muscular en mujeres, en función de intervalos de edad y práctica o no de ejercicio, valorado por bioimpedancia multifrecuencia segmentada", "Variabilidad del peso, IMC, grasa y masa muscular en mujeres, en función de la fase del ciclo menstrual, valorado por bioimpedancia multifrecuencia" y "Suplementación deportiva en la liga de primera categoría universitaria de la Universidad Complutense de Madrid".

Al final de la presentación, se comentan los dos TFM cotutorizando durante el curso actual 2023-2024 dentro del marco del Proyecto Innova Docencia, en este caso realizados individualmente a diferencia de los del curso anterior.

Discusión:

La presentación dio pie a algunas preguntas y algunos comentarios de los asistentes que generaron un debate. Algunos de los puntos que se trataron fueron:

- Ventajas y desventajas de la realización de un mismo TFM por más de un estudiante.
- Dificultades en la toma de datos y repercusión en los resultados obtenidos.
- Posibles variaciones sobre los TFM. Por ejemplo, se discutió la conveniencia de estratificar el conjunto de mujeres por criterios adicionales a los empleados en los dos primeros trabajos.
- Métodos de muestreo que se habían utilizado y su implicación en la validez de los resultados.

**Actividad Formativa 7:** *Explorando la elaboración de rúbricas para la evaluación de TFG interdisciplinares, por Antonio Díaz-Cano (23 de mayo 2024)*

Se presentan y analizan distintas rúbricas de evaluación de TFG de diferentes Grados y Universidades. Se trató de identificar dimensiones evaluables y tipología de ítems. Desde una perspectiva interdisciplinar se valora el aprendizaje de nuevos conocimientos y la capacidad para abordar la resolución de un problema.

## **5.2. Elaboración de materiales didácticos para la evaluación interdisciplinar**

También, ha sido prioritario en el proyecto el Análisis de los fenómenos que favorecen la apertura profesional. Para ello se ha trabajado sobre cuestionarios y memorias en las que se recoge las valoraciones de experiencias realizadas por los estudiantes del Practicum en distintas empresas o instituciones de años previos. Diagnóstico de situación desde los estudiantes. Este trabajo ha estado coordinado por J. Martín-Campo, T. Ortuño e I.M. Gómez-Chacón y han contribuido al análisis de Diagnóstico de situación todos los miembros. De forma específica al análisis de datos procedentes sobre memorias de Prácticum Bibiana Granda, José María Ferrer, Raquel Mallavibarrena, Gregorio Tirado, J. Martín-Campo y T. Ortuño. Y al diseño de un cuestionario piloto para evaluación del prácticum Bibiana Granda, Adrián Bacelo, y Paula Terán.

En la elaboración de rúbrica sobre evaluación de TFG's interdisciplinares y competencias profesionales se ha realizado un primer avance a partir de la sesión formativa coordinada por A. Díaz-Cano, pero se concluirá en la segunda fase del Proyecto Innova.

## **5.3. Actividades de dirección de TFGs interdisciplinares**

Se han tutorizado y desarrollo por los miembros del proyecto de innovación más de 20 TFG's y/o TFM . Se reseña a continuación algunos:

1. "Algoritmos metaheurísticos para la resolución del problema de corte 2-dimensional con stock de dimensiones variables", por Talavera Sastre, J., se ha hecho en colaboración con la empresa Paneles Ligeros S.L. director Francisco Javier Martín Campo.

2. "Sumas de cuadrados y problemas de optimización", por Romero Ortega, A., director Antonio Díaz-Cano Ocaña.
3. "Factorización de matrices no negativas", por Escudero Ferrera, J, director Antonio Díaz-Cano Ocaña
4. "El problema de rutas con capacidades. Desarrollo de algoritmos heurísticos con Rust", por Perez-Pons García, M. C., el TFG es con la empresa Decide Soluciones, directora M. Teresa Ortuño.
5. "Visualización matemática en problemas de rutas de vehículos", por Talia Swerts Martín, directoras I.M. Gómez-Chacón y M. Teresa Ortuño.
6. "Diagramas de Voronói. Modelización de un ejemplo real", por Inés Pérez Yubero, directora I.M. Gómez-Chacón.
7. "Teoría de grafos y algoritmos de coloración. Propuestas para la enseñanza universitaria", por Alejandro Santos, directora I.M. Gómez-Chacón.
8. "Potenciar habilidades de Pensamiento Computacional con estudiantes de bajo rendimiento en matemáticas", TFM, por Clara Queipo, directora I.M. Gómez-Chacón.
9. Teoría de Grafos en la educación STEM: Proyecto Textil Con-Ciencia, TFM, por Talia Swerts Martín, directora I.M. Gómez-Chacón.
10. "Análisis de algoritmos para el ajuste de parámetros en un gasoducto", Empresa InterGeo tecnología, directora Marta Folgueira.
11. "Visualización de curvas y superficies diferenciables con programas informáticos". 2024, por Raquel Calvo Camuñas, directora Raquel Mallavibarrena.
12. "Diagramas de Voronoi y triangulaciones de Delauney", por Luis Gonzaga Ridruejo Arias, directora: Raquel Mallavibarrena.
13. "Herramientas para la generación de recursos visuales en matemáticas", directora Marta Folgueira.
14. "Análisis arqueoastronómico de yacimientos de la Comunidad de Madrid", directora Marta Folgueira.
15. "Teoría de grafos aplicada al videojuego League of Legends" por Isabel Sánchez, dirigido por Adrián Bacelo.


#### 5.4. Actividades de transferencia

Se han realizado distintas actividades de transferencia: participación en eventos internacionales, diseminación en cursos y en publicaciones:

##### 1. Conferencias y jornadas Internacional:

Participación en la Conferencia internacional INDRUM 2024: *Fifth conference of the International Network for Didactic Research in University Mathematics*, celebrada del 10–14 Junio de 2024, Barcelona (Spain). Han participado Gómez-Chacón, I. M. & Ortuño, M. T. con comunicación sobre TFGs de aprendizaje y servicio e instrumentos de evaluación para los mismos. Ver referencia de publicación a continuación.

Participación en EDUCAIA Dinámicas docentes con Inteligencia Artificial organizado por Microsoft Iberica y Fundación Siena el 25 de junio de 2024 (<https://educational.es/>), con la Conferencia Inaugural "*Desafíos del Humanismo digital*" (impartida por I.M. Gómez-Chacón, I. M) y con el Taller "*Pensamiento computacional inclusivo: una experiencia interdisciplinar en la universidad*" (impartido por A. Bacelo y I.M. Gómez-Chacón).

 <p>Fifth conference of the International Network for Didactic Research in University Mathematics</p> <p><b>INDRUM 2024</b> June 10-14</p> <p><b>BARCELONA</b> Centre de Recerca Matemàtica</p> <p><b>IMPLEMENTATION OF SERVICE-LEARNING PROJECTS IN MATHEMATICS. FORMATIVE ASSESSMENT</b> Inés M. Gómez-Chacón and M. Teresa Ortuño Complutense University of Madrid (UCH), Interdisciplinary Mathematics Institute (IMI), Spain, igomezchac@mat.ucm.es</p> <p><b>1. Introduction</b> Service-learning (SL) is an educational approach that connects community service with intentional learning for the formation of professionals (Andersen 2005). Although there are numerous experiences in different areas of knowledge, few have been carried out in the field of undergraduate studies in Mathematics (Carbucci 2014). Further research is needed to consider the epistemology and the mathematical task itself. This poster presents the implementation of Service-learning projects in Mathematics at the university level.</p> <p><b>2. Theoretical Framework</b> <b>I. Service-learning (SLP) and Mathematical Modelling</b> The specific competences that students must develop are closely linked to the modelling of mathematical problems. This mathematical modelling plays an essential role as a vehicle for the conceptualization of knowledge and practice. At least six sub-processes are involved: problem formulation, systematization, mathematization, mathematical analysis, interpretation and evaluation and finally validation, following a cyclical process of reflection (Boccardo, 2004). <b>II. Learning trajectories; assessment and performance</b> It has been important to qualify elements of the field of Mathematics Education and very specifically to provide a didactic tool that qualifies the formative evaluation phase of the Service-learning methodology using the notion of <b>Hypothetical Learning Trajectories (HLT)</b> (Wilson et al., 2013). A learning trajectory has three components: a) a learning objective; b) a learning progression that describes levels of development to reach the objective; c) a set of instructional tasks. <b>The actual learning trajectory (ALT)</b> construct that corresponds to the learning trajectory that actually occurs, i.e., the trajectory that the student followed in the context of the development of the SL Project. ALT is <b>DIFFERENT</b> from the data collected because it is possible to directly measure students' actual learning (Chenorp et al., 2011). The competences of the <b>Mathematical Engineering degree</b> are considered by the mentor in order to give suggestions and tasks to the student.</p> <p><b>3. Research question and Methods</b> The research questions are: &gt; How is the evolution of mathematical competences in students who develop their bachelor thesis of the Mathematical Engineering degree focused on SL projects? &gt; What are the limits and possibilities offered by the actual learning trajectory (ALT) in contrast</p> <p><b>4. Results</b> 1. Interaction Student-Mentor, Steps followed for the construction of the mathematical model were as follows: 1) Designing of the network, its order to be used for the solution of the problem. 2) Identifying the absolute values. 3) Mathematical model of the system. 4) Mathematical model of the system. 5) Mathematical model of the system. 6) Mathematical model of the system. 7) Mathematical model of the system. 8) Mathematical model of the system. 9) Mathematical model of the system. 10) Mathematical model of the system.</p>	 <p>educaia Dinámicas docentes con Inteligencia Artificial 25 de junio de 2024 - 9:00 h a 14:30 h Microsoft Balmés, Pabellón de Física, Facultad de Ciencias Exactas y de la Tierra Edificio de Física, Facultad de Ciencias Exactas y de la Tierra</p>  <p>(Foto tomada por J. Zorrilla)</p>
<p>INDRUM 2024 Conference</p>	<p><a href="https://educationai.es/">https://educationai.es/</a></p>

### 3. Publicaciones:

Gómez-Chacón, I. M. & Ortuño, M. T. (2024). Implementation of service-learning projects in mathematics. formative assessment. *Proceedings Fifth conference of the International Network for Didactic Research in University Mathematics (INDRUM-2024)*, pp. 826-827.

### Referencias

Akkerman, S. F., & Bakker, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. *Review of Educational Research*, 81(2), 132–169.

Gómez-Chacón, I. M., Ortuño, M. T. y De la Fuente, A. (2020). Service-learning in Mathematics: Use of learning trajectories in university education, *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, [S.I.], v. 18, n. 1, 213-231.

Gómez-Chacón, I.M, Hochmuth, R., Jaworski, B., Rebenda, J., Ruge, J., Thomas. S. (Eds) (2021). *Inquiry in University Mathematics Teaching and Learning: The Platinum Project*. Brno: MUNI, Masaryk University Editor.

IDENTITIES – *Integrate Disciplines to Elaborate Novel Teaching approaches to InTerdisciplinarity and Innovate pre-service teacher Education for STEM challenges*. <https://identitiesproject.eu/fr/project/>

Jaworski, A. (2020). Inquiry-based practice in university mathematics teaching development. In D. Potari & O. Chapman, *International handbook of mathematics teacher education*. (pp. 275-302). Rotterdam: Sense Publishers.

Klein, J. T. (2010). A taxonomy of interdisciplinarity. *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*, 15(6), 15.

Satanassi, S., Branchetti, L., Fantini, P. et al. (2023). Exploring the boundaries in an interdisciplinary context through the Family Resemblance Approach: The Dialogue Between Physics and Mathematics. *Sci & Educ*, 32, 1287–1320. <https://doi.org/10.1007/s11191-023-00439-2>