



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

MEMORIA FINAL

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2019/2020

Nº de proyecto: 252

**Escenarios Multimedia en Formación de Futuros Profesores Universitarios de
Matemáticas (ECEMMAT-Univ) (2ªFase)**

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 algunas acciones formativas que se pudieran integrar en un programa piloto, inicialmente situado en la Universidad Complutense de Madrid y que permitiera alcanzar los siguientes objetivos:

- Ofrecer un marco para la enseñanza de las matemáticas desde la conceptualización que ofrece el modelo "aprendizaje basado en la indagación" ("Inquiry-based learning").
- Identificar las combinaciones más eficientes de estrategias de instrucción que contribuyen a un mejor aprendizaje de las matemáticas, tanto para los graduados en matemáticas como para los graduados no matemáticos (ingenieros, economistas, etc.).
- Desarrollar ejemplos de materiales didácticos que ayuden a mejorar las competencias de los docentes universitarios de Matemáticas.

Estas ejemplificaciones se desarrollan en material multimedia bajo el concepto "Escenarios" incluido en el título. Los "Escenarios de enseñanza y aprendizaje matemático", basados en usos de TIC's y en la metodología de casos, han sido caracterizados por competencias profesionales y concebidos como herramientas en la formación en la formación universitaria. Se entienden los Escenarios como una herramienta docente utilizable para los profesores universitarios y estudiantes. En los "Escenarios" se describen objetivos, contenidos (matemáticos, didácticos, técnicos), actividades, e instrumentos de evaluación

2. Objetivos alcanzados

Este proyecto corresponde a la fase 2 del iniciado en el 2018. En relación a esta fase (curso 2019-2020) se han alcanzado los objetivos planteados.

Se han realizado acciones formativas que pueden servir de base para un programa piloto de formación de profesorado universitario de matemáticas novel de acuerdo con los objetivos inicialmente planteados. Seguidamente precisamos el logro de cada uno de ellos.

En relación al objetivo 1:

1. Ofrecer un marco para la enseñanza de las matemáticas desde la conceptualización que ofrece el modelo "aprendizaje basado en la indagación" ("Inquiry-based learning"). Se han desarrollado sesiones formativas en noviembre de 2019 y de febrero a junio de 2020 con expertos en este enfoque metodológico y sobre el uso práctico de software para enseñanza multimedia. Las ideas aprendidas se han tratado de incorporar en el diseño del material didáctico y "Escenarios elaborados".

En relación al objetivo 2:

- 2.- Identificar las combinaciones más eficientes de estrategias de instrucción que contribuyen a un mejor aprendizaje de las matemáticas, tanto para los graduados en matemáticas como para los graduados no matemáticos (ingenieros, economistas, etc.). En este curso 2019-2020 se ha dado prioridad a graduados de matemáticas, ingeniería matemática y graduados no matemáticos de Ingeniería de la Computación. La acción y la reflexión la centramos en comparar diferencias entre recursos para graduados de matemáticas y recursos para graduados no matemáticos.

Con respecto al objetivo 3:

- Desarrollar ejemplos de materiales didácticos que ayuden a mejorar las competencias de los docentes universitarios de Matemáticas. Se han desarrollado el diseño y la elaboración de 6 Escenarios con distintas temáticas (ver apartado de actividades de esta memoria). Varios de ellos según el concepto de Escenario se han implementado en el aula gran parte el material y otro se prevé hacerlo en el curso 2020-2021, ya que las condiciones del COVID-19 han afectado para la implementación en el tema de Complejos.

Según los indicadores que propusimos para medir el impacto en relación a estos objetivos el proyecto realizado ha supuesto un impulso institucional a las actividades de Educación

Matemática de la Cátedra Extraordinaria UCM Miguel de Guzmán en la Facultad de Ciencia Matemáticas, tal como queda reflejado en el sitio web y en el punto Desarrollo de actividades de esta memoria.

También a nivel personal y de grupo ha supuesto un impulso para el profesorado que se inicia en docencia universitaria.

3. Metodología empleada en el proyecto

Hemos trabajado siguiendo el planteamiento metodológico descrito en la memoria inicial del proyecto de la realización de tareas y el desarrollo de procesos de diseño.

Tal como se explicó en la memoria de la primera Fase se ha utilizado una metodología de Diseño para la elaboración de algunos de los minimódulos que darían lugar al curso de formación de Futuros Profesores Universitarios de Matemáticas. Técnicamente el modelo en el que nos basamos es el de Double Diamond model¹. En la Fig. 1 tenemos la aplicación concreta de este modelo a nuestro proyecto

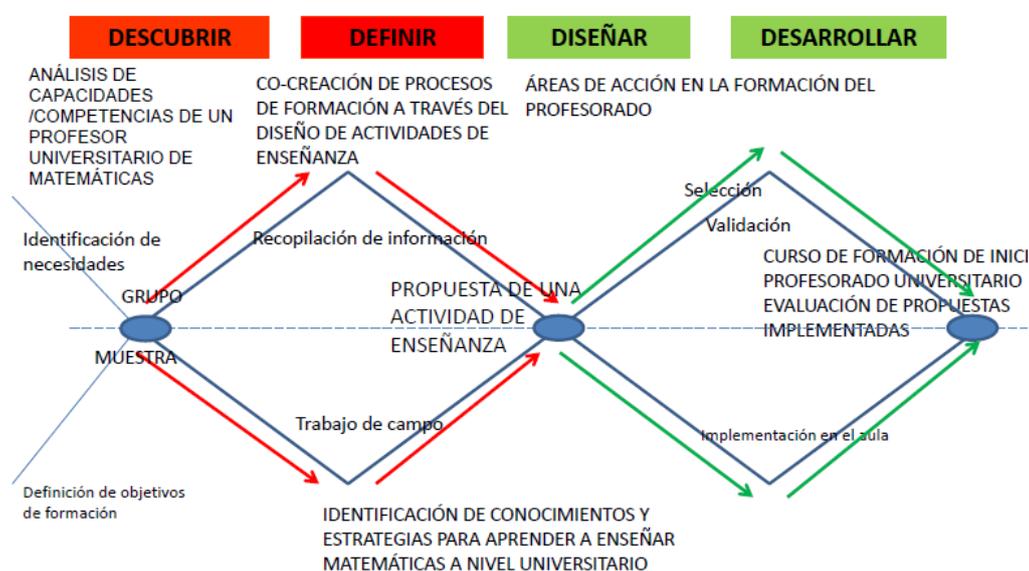


Fig.1. Modelo en Proyecto Innova-214: ESCEMMAT-Univ

La estructuración de Tareas ha sido la siguiente:

Tarea-1: Acciones formativas articuladas respecto a dos centros de interés:

- 1.- Aprender a enseñar Matemáticas con el modelo y metodología de Inquiry Research.
- 2- Aprender a enseñar Matemáticas integrando tecnología con la metodología "Inquiry-based learning"

Como indicadores que se han tenido en cuenta para la valoración de esta Tarea 1 han sido los siguientes:

Indicador 1: Un indicador básico ha sido el número de asistentes a los seminarios planteados y la evaluación emitida sobre los mismos en relación a los centros de interés.

Indicador 2: Análisis de la tarea docente y propuesta de mejoras de acuerdo a esta formación.

Tarea-2: Diseño de situaciones didácticas que conduzcan a la elaboración de un MIM miniseminario interactivo modular (MIM).

¹ Howard, T.J., Culley, S.J., Dekoninck, E. (2008). Describing the creative design process by the integration of engineering design cognitive psychology literature. *Design studies*, Elsevier.

Como indicadores que se han tenido en cuenta para la valoración de esta Tarea 2 han sido los siguientes:

Indicador 1: Elaboración de una carpeta docente con Productos/resultados realizados conjuntamente.

Indicador 2: Observación de la docencia del aula, se han realizado cuatro observaciones de implementación de materiales.

Indicador 3: Análisis de la tarea docente y propuesta de mejoras de cara al próximo curso para incorporar en la docencia de las asignaturas que se imparten en cada Facultad.

Tarea-3. Control y explotación

Como indicadores que se han tenido en cuenta para la valoración de esta Tarea 3 han sido los siguientes:

Indicador 1: Evaluación y contraste con asesores externos del proyecto.

Indicador 2: Publicaciones y difusión del trabajo en revistas docentes y de investigación.

Los “Escenarios de enseñanza y aprendizaje matemático”, basados en usos de TIC’s y en la metodología de casos, estarán caracterizados por competencias profesionales y son concebidos como herramientas en la formación universitaria, integrando conocimientos sobre contenido matemático, modelización de problemas y diversas tecnologías (Fig. 2)

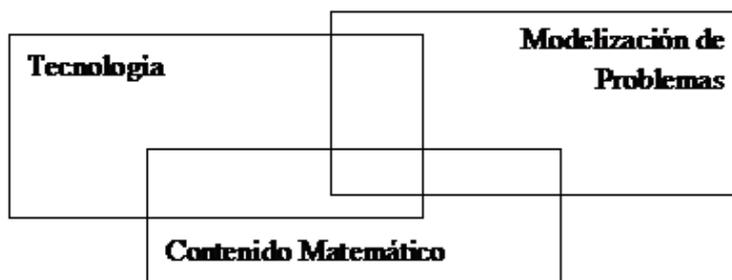


Fig. 2. Escenarios de enseñanza y aprendizaje matemático y competencias profesionales

4. Recursos humanos

Es un proyecto interfacultativo de la UCM, facultades: de Ciencias Matemáticas y de Informática.

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

Los participantes en el proyecto han sido:

Coordinación: Inés M. Gómez-Chacón

Participantes: Marta Barbero, Ángela Capel Cuevas, Antonio Díaz-Cano Ocaña, Marta Folgueira, David Gómez Castro, José Ángel González Prieto, Jorge González Ortega, Benjamín Ivorra, Francisco Javier Martínez Aguinaga, Alejandro Melle, María Pe, M^a Teresa Ortuño, Mercedes Sánchez, Ángel Manuel Ramos del Olmo.

5. Desarrollo de las actividades

Son varias las actividades realizadas: actividades de formación, elaboración de materiales didácticos (Escenarios multimedia), implementación en el aula y actividades de difusión y

transferencia en seminarios internacionales.

<http://blogs.mat.ucm.es/catedramdeguzman/proyectos-de-investigacion/escemmat-univ/>

5.1. Actividades de formación

Han sido 5 las actividades formativas (Workshop, seminarios y cursos) realizados.

Actividad formativa 1: Workshop "Inquiry-based education in mathematics at university level: Examples for the classroom", 26 de Noviembre 2019, de 15.30 a 19.30 en la Facultad de Ciencias Matemáticas de la UCM. Organizado en colaboración con el Proyecto Europeo Platinum. Inés Gómez-Chacón (Coord.), Facultad de CC. Matemáticas, UCM y con los siguientes ponentes: Barbara Jaworski, Loughborough University (UK), Antonio Díaz-Cano, Equipo UCM Proyecto Innova-Docencia 252 ESCEMMat_Univ, Teresa Luque, Equipo UCM Proyecto Platinum e Inés Gómez-Chacón (Coord.), Facultad de CC. Matemáticas, UCM

El contenido se distribuyó en ponencias con los siguientes contenidos:

- Iniciación en el enfoque Inquiry-based learning aplicado a situaciones de enseñanza y aprendizaje universitario.
- Desarrollo de competencias metodológicas para realizar diseños de enseñanza
- Conocimiento y dominio de recursos y herramientas para la enseñanza superior. Ejemplos de proyecto Platinum.

Asisten al Workshop 45 participantes (profesores y futuros profesores (alumnado de Master y de doctorado)).



Barbara Jaworski, Loughborough University (UK)

Workshop
"Inquiry-based education in mathematics at university level: Examples for the classroom"

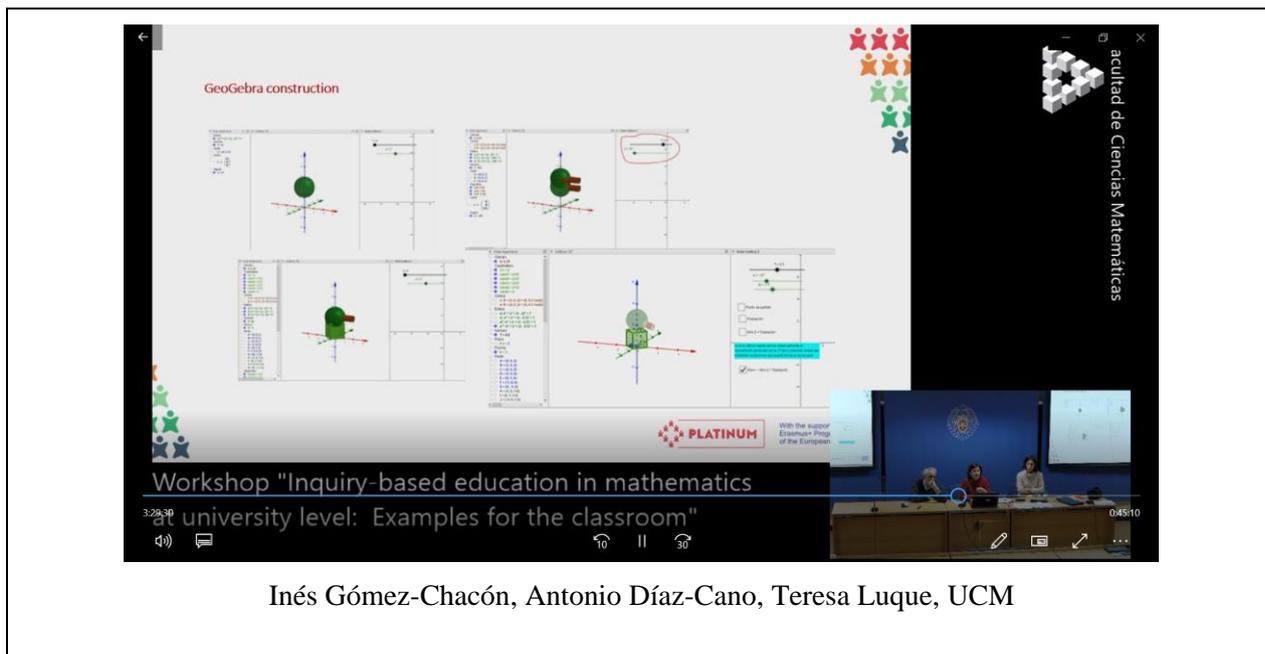
Inés Gómez-Chacón (Coord.), Facultad de CC. Matemáticas, UCM
Barbara Jaworski, Loughborough University (UK)
Equipo UCM Proyecto Europeo PLATINUM

- * Iniciación en el enfoque Inquiry-based learning aplicado a situaciones de enseñanza y aprendizaje universitario.
- * Desarrollo de competencias metodológicas para realizar diseños de enseñanza
- * Conocimiento y dominio de recursos y herramientas para la enseñanza superior.

Organizado por el Programa de doctorado IMEO en colaboración con el Instituto de Matemática Interdisciplinar (IMI), la Cátedra Miguel de Guzmán y los Proyectos: Proyecto Nacional (RTI2018-096547-B-I00) Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, el Proyecto Europeo Platinum (2018-1-NO01-KA203-038887), Proyecto Innova Decencia 252-2019

Fecha: 26 de Noviembre 2019, de 15.30 a 19.30
Lugar: Aula Miguel de Guzmán
Inscripción, enviar email a: igomezchacon@mat.ucm.es
Facultad de CC Matemáticas, UCM

PLATINUM With the support of the Erasmus+ Programme of the European Union



Actividad formativa 2: Curso Introducción a la Modelización Numérica con COMSOL Multiphysics, impartido por el Prof. Emilio Ruiz Reina, Universidad de Málaga, 2 a 5 de diciembre de 2019, en la Facultad de CC Matemáticas, UCM, con una duración de 20 horas. Organizado en colaboración con la Cátedra Miguel de Guzmán, el Instituto de Matemática Interdisciplinar (IMI) y el grupo UCM MOMAT. El objetivo es recibir formación sobre el manejo del software de ingeniería COMSOL Multiphysics para el uso en las asignaturas de métodos numérico y ecuaciones diferenciales parciales muy utilizado en diversos problemas de ciencia e ingeniería. Asisten al curso 15 participantes (5 profesores y 10 futuros profesores).

Actividad formativa 3: Seminario: Uso de software específico para elaboración Flipped Learning activities, impartido por Ángel González, Universidad Politécnica de Madrid, 3 de Febrero de 2020, Facultad de CC Matemáticas, UCM. Asisten al seminario 15 personas.

Actividad formativa 4: Seminario: Vínculos entre modelización matemática y formación docente, impartido por Cristina Esteley, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina), 11 de Febrero de 2020, Facultad de CC Matemáticas, UCM.

Actividad formativa 5: Elaboración de materiales multimedia: Aplicaciones Multiplataforma, impartido online 25 de Junio de 2020. Centrado en discusión técnica para el desarrollo de situaciones didácticas que conduzcan a la elaboración de un miniseminario (MIM).

En los seminarios han participado los miembros del proyecto, profesorado de la facultad de Ciencias Matemáticas y alumnado de postgrado.



Cristina Esteley, Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)



5.2. Elaboración de materiales didácticos (Escenarios multimedia)

Elaboración de “Escenarios de enseñanza y aprendizaje matemático” consiste en el diseño de situaciones didácticas que conduzcan a la elaboración de un miniseminario (MIM) interactivo modular para la formación del profesorado novel de matemáticas

<http://blogs.mat.ucm.es/catedramdeguzman/proyectos-de-investigacion/escemmat-univ/>

El material elaborado ha quedado estructurado en las siguientes secciones: Enfoque teórico del modelo, Estudio de Casos, Aplicaciones con Software. En esta fase del proyecto se han hecho algunas experimentaciones de los materiales realizados en la primera fase y se han realizado nuevos proyectos:

- Diagonalización de matrices. Asignatura: Álgebra Lineal. Experimentación realizada con 50 alumnos de primer curso de los grados en "Ingeniería Matemática", "Matemáticas" y "Matemáticas y Estadística" (Antonio Díaz-Cano).
- Álgebra Lineal con videojuegos. Experimentación en la asignatura Prácticum del Grado de Matemáticas. (Inés Gómez Chacón).
- Demostración e intuición en matemáticas. Grado Matemáticas y Grado en Ingeniería Matemática (Inés Gómez Chacón)
- Modelización y simulación en sistemas dinámicos: Simulación mediante el uso del Comsol Multiphysics. Máster de Ingeniería Matemática UCM (Benjamín Ivorra)
- Aprendizaje y Servicio en Matemáticas: Uso de Trayectorias de Aprendizaje en la formación universitaria (Inés Gómez Chacón, Teresa Ortuño)
- De aproximaciones numéricas para derivadas a métodos numéricos para EDOs. Grado de Ingeniería Matemática (David Gómez-Castro)
- Generación de mosaicos y teselaciones: Grupos cristalográficos. Ejemplificaciones prácticas para la enseñanza a nivel universitario desde la Geometría Dinámica. Grado de Matemáticas (Marta Folgueira, Inés Gómez-Chacón)
- Complejos con GeoGebra. Grado Matemáticas y Grado en Ingeniería Matemática (Francisco Javier Martínez Aguinaga)

5.3. Actividades de transferencia

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

1. *International Workshop* “Inquiry-based education in mathematics”, forma parte de las actividades del Proyecto Europeo Partnership for the Learning And Teaching IN University Mathematics (PLATINUM) ERAMUS+ Programme: KA2 - Cooperation for Innovation and

the Exchange of Good Practices KA203 - Strategic Partnerships for higher education, del 23/2/2020-25/2/2020 en la Loughborough University in United kingdom. En este Workshop hemos participado Antonio Díaz-Cano, David Gómez-Castro, Inés Gómez-Chacón presentando las experiencias realizadas.

2. *Seminario en la UCM: Ponencia: Enseñanza a través del uso de programas profesionales.* Ilustración con Comsol Multiphysics, Benjamín Ivorra, Facultad de Ciencias Matemáticas, UCM el 18 de Marzo de 2019.

3. Impartición de seminario fuera de la UCM. Simulación numérica en ciencia e ingeniería con COMSOL MULTIPHYSICS, Máster universitario online, Universidad de Málaga. Ponentes: Benjamin Ivorra, David Gómez Castro, Ángel M. Ramos, Universidad Complutense de Madrid. Del 14/10/19 al 09/06/20 (60 horas).

3. *Publicaciones:*

Gómez-Chacón, I. M. & Ortuño, M. T. (2020). Aprendizaje-Servicio en Matemáticas: Uso de Trayectorias de Aprendizaje en la formación universitaria, REDU. Revista de Docencia Universitaria, vol 18 (...), ... ISBN: 1887-4592.

Barbero, B., Gómez-Chacón, I. M. & Arzarello, F. (2020). Backward Reasoning and Epistemic Actions in Discovering Processes of Strategic Games Problems, *Mathematics*, 8(6), 989; <https://doi.org/10.3390/math8060989>, In the Special Issue Mathematical Modeling and Simulation in Science and Engineering Education and is available online: PDF Version: <https://www.mdpi.com/2227-7390/8/6/989/pdf>