



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2018/2019

Nº de proyecto: 214

**Escenarios Multimedia en Formación de Futuros Profesores Universitarios de
Matemáticas (ESCEMMAT-Univ)**

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

Se han alcanzado los objetivos planteados.

Se han realizado acciones formativas que pueden servir de base para un de 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 2018 con expertos en este enfoque metodológico y además se ha incorporado 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.). Aunque en el planteamiento inicial está abordar todas las titulaciones graduados en matemáticas y en no matemáticas, se decidió por efectividad y dada la docencia que el grupo de participantes llevaba a cabo en el 2018-2019 dar prioridad a graduados de ingeniería matemática y graduados no matemáticos (Biología y en Ingeniera de la Computación). La acción y la reflexión la centramos en matemáticas y recursos para 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 9 Escenarios con distintas temáticas (ver apartado de actividades de esta memoria). No obstante según el concepto de Escenario no se ha podido implementar en el aula todo el material, por lo que se ha solicitado para el próximo año la realización de una nueva fase del proyecto en la Convocatoria Innova Docencia -2019.

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.

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

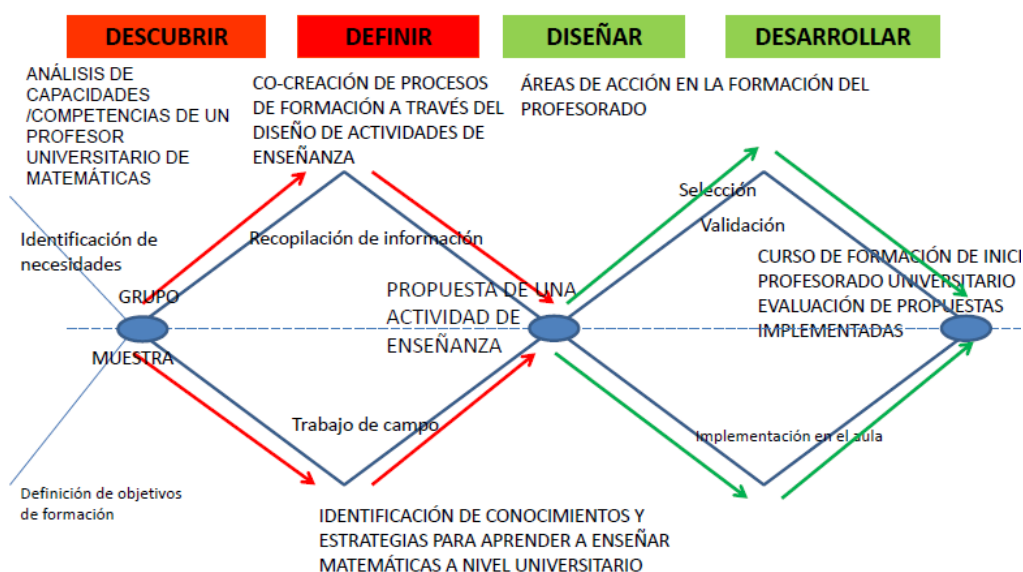


Fig.1. Modelo en Proyecto Innova-214: ESCEMMAT-Univ

La estructuración de Tareas ha sido la siguiente:

Tarea-1: Acciones formativas articuladas respecto a tres 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"
- 3.- Comunicación e interacción en las aulas de matemáticas

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).

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

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

realizados conjuntamente.

Indicador 2: Observación de la docencia del aula, se han realizado dos 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. Esto nos ha llevado a la solicitud dentro de la convocatoria UCM Innova Docencia de una Segunda Fase de este proyecto.

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 congresos.

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)

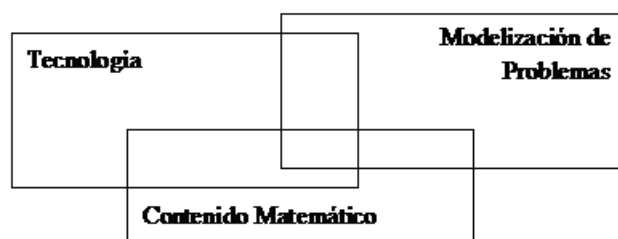


Fig. 2. Escenarios de enseñanza y aprendizaje matemático y competencias profesionales

4. Recursos humanos

Es un proyecto interfacultativo, inicialmente concebido para las facultades: de Ciencias Matemáticas, de Informática y una vez concedido se amplió mediante una profesora participante a la Facultad de Ciencias Biológicas.

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), Estadística e Investigación operativa y Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución.

Los participantes en el proyecto han sido:

Coordinado por Inés M. Gómez-Chacón

Participantes: Marta Barbero, Elías Baro González, Ángela Capel Cuevas, Jorge Caravantes Tortajada, Patricia Contreras Tejada, Antonio Díaz Cano Ocaña, Marta Folgueira, David Gómez Castro, José Ángel González Prieto, Jorge González Ortega, Benjamín Ivorra, M^a Carmen Juan Llamas, Alejandro Melle, María Pe, Ángeles Prieto Yerro, Mercedes Sánchez, Ángel Manuel Ramos del Olmo.

Hacemos notar que Jorge Caravantes Tortajada de la Facultad de Ciencias Matemáticas cambió a la Universidad de Alcalá de Henares al ganar allá un puesto de titular, y que M^a Carmen Juan Llamas de la Facultad de Ciencias Biológicas -Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución se incorporó ya empezado el proyecto.

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 cuatro los seminarios de formación realizados.

Seminario 1 de formación: Inquiry-based Learning and Teaching in Mathematics

Ponencia 1: Conceptualizing inquiry-based education in mathematics, Inés M. Gómez-Chacón, Facultad de Ciencias Matemáticas, UCM. 5 de Noviembre de 2018.



Ponencia 2: Aprendizaje por indagación en matemáticas: procesos creativos, acciones y mediaciones, Constantino de la Fuente Martínez, Profesor emérito IES López de Mendoza, Burgos y miembro de la Sociedad Castellana y Leonesa de Educación matemática Miguel de Guzmán. 5 de Noviembre de 2018.

El Seminario 1, a través de estas dos ponencias, se centró en el planteamiento de enfoques para la conceptualización de inquiry-based education in mathematics, mostrándose ejemplos para el primer curso de universidad.

Seminario 2 de formación: Comunicación en el aula

Ponencia 1: Teaching and learning styles in Mathematics. The role of the lecturer. Inés M. Gómez-Chacón, Facultad de Ciencias Matemáticas, UCM. 15 de Noviembre de 2018.

Ponencia 2: Communication in the classroom

The gestures of the teacher. Laura Martín Leal, especialista en interpretación teatral. 15 de Noviembre de 2018.

--	--

Seminario 3 de formación:

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. En este seminario se introdujo el programa COMSOL Multiphysics que permite resolver de manera intuitiva sistemas de ecuaciones de derivadas parciales con varios métodos de elementos finitos. Se presentó los pasos básicos a seguir para construir nuestro propio modelo. Pasando seguidamente a ver los diferentes métodos y opciones para obtener una solución numérica de este modelo. A continuación, se visualizaron las diferentes herramientas de COMSOL para analizar la solución obtenida (animaciones, gráficos, cálculo de valores típicos, etc.). Una segunda parte que se planteó era estudiar las posibles interacciones entre COMSOL y MATLAB. Este proceso es importante en particular para resolver problemas de optimización complejos (identificación de parámetros, optimización de forma, etc.). Con este objetivo, se estudia primero cómo ejecutar comandos MATLAB dentro de nuestro modelo COMSOL. Después, se introduce los comandos más importantes para generar un script MATLAB equivalente a un modelo COMSOL considerado. Por último, se especifica cómo aplicar lo anterior y algunos métodos de optimización para resolver problemas muy comunes en Ingeniería Industrial.

--	--

Seminario 4 de formación:

Ponencia: Elaboración de materiales multimedia en matemáticas por Laura Salazar, Facultad de Ciencias Matemáticas, UCM, 28 de mayo de 2019.

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

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

Enfoque teórico del modelo

- Inquiry-based Learning and Teaching in Mathematics (Inés Gómez-Chacón)
- Aprendizaje por indagación en matemáticas: procesos creativos, acciones y mediaciones (Constantino de la Fuente Martínez).

Estudio de Casos:

- Enseñanza del álgebra lineal para estudios de Informática: Diagonalización (Elías Baro, Antonio Díaz-Cano, Ángeles Prieto)
- Álgebra Lineal con videojuegos (Inés Gómez Chacón, Ángel González, Jorge González)
- Introducción a los diagramas de redes de tensores en las asignaturas de álgebra lineal de los primeros niveles de carrera (Ángela Capel)
- Coincidencias (Mercedes Sánchez)
- Aprendizaje servicio (Andrea de la Fuente, Inés Gómez Chacón, Teresa Ortuño)

Aplicaciones con Software:

- Introducción de Sagemath en asignaturas abstractas (Elías Baro)
- Uso del software Socrative para la mejora de los resultados académicos en la asignatura de “Estadística aplicada a la Biología” (M. Carmen Juan-Llamas)
- Modelización matemática aplicada al mundo industrial. Implementación con Comsol Multiphysics (Ivorra Benjamin, David Gómez Castro, Ángel M. Ramos).

5.3. Actividades de transferencia

Se ha participado en dos seminarios o congresos internacionales:

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 21 al 24 de Febrero de 2019 en la Facultad de Ciencias Matemáticas. En este Workshop asistieron distintos miembros del Proyecto presentando una comunicación de experiencias: Antonio Díaz-Cano, Marta Fogueira, David Gómez Castro e Inés Gómez-Chacón. En este Workshop se ha contado con la participación de expertos internacionales que han implementado en otras universidades “Inquiry-based learning” como Barbara Jarwoski Loughborough University (UK) y expertos en integración de tecnología para la modelización matemática y para la enseñanza online A. Heck de la Universiteit van Amsterdam (Holanda), Yuriy Rogovchenko University of Agder (Noruega).

2- Participación de la Prof. Gómez-Chacón, responsable del proyecto y de Marta Barbero uno de los miembros del proyecto de Innovación en el Congreso Internacional CERME 11, (Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, 6-10 February 2019 Utrecht Netherlands, con la ponencia: "Situation Specific Skills Working Backward Reasoning: The Students' Perceptions and Affect Dimension". La publicación de la misma está en prensa.

6. Referencias

Gómez Chacón, I. M. and De La Fuente, C. (2019). Exploring teacher's epistemic beliefs and emotions in inquiry-based teaching of mathematics, In Chamberlin, S. and Sriraman, B. (Eds.) *Affect and mathematical modeling. Advances in Mathematics Education.*(pp 131-157). Germany: Springer.

Gómez Chacón, I. M. and De La Fuente, C. (2018). Problem-Solving and Mathematical Investigation: creative processes, actions and mediations, In Amado, N., Carreira, S. & Jones, K. (eds). *Broadening the Scope of Research on Mathematical Problem Solving - A Focus on Technology, Creativity and Affect.* (pp. 347-373). Germany: Springer