



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de innovación docente

Convocatoria 2017/2018

Proyecto n.º 56

Conectando Física y Matemáticas a través de material docente
creado por alumnos

M.^a Cristina Martínez Pérez

Facultad de Ciencias Físicas

Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica
y
Departamento de Física Teórica

1. Objetivos propuestos.

El lugar que ocupa la enseñanza de las Matemáticas en un grado de ciencias es insustituible, pues éstas resultan imprescindibles a la hora de proporcionar al estudiante la capacidad de entender y formular modelos y abstracciones de la realidad. En el caso particular de la Física, la necesidad de una formación matemática sólida es aún más manifiesta que en las restantes ciencias, pues las matemáticas constituyen el lenguaje básico con el que el físico transcribe la realidad y su principal herramienta a la hora de analizar fenómenos y obtener resultados generalizables. Así pues, el objetivo último que debe perseguirse en la formación matemática de un físico es que el estudiante sea capaz de aplicar los conceptos y métodos matemáticos que ha aprendido a problemas físicos reales.

Sin embargo, intercambiando opiniones con alumnos y con profesores que imparten diversas asignaturas en el Grado en Física y en el Doble Grado en Matemáticas y Física de la Universidad Complutense de Madrid, a menudo aparece un denominador común: a los alumnos, en general, les cuesta relacionar y aplicar lo aprendido en las asignaturas matemáticas en Física, incluso en el caso de alumnos con buenas calificaciones. Las razones no son difíciles de entender. La enseñanza tradicional de asignaturas matemáticas se suele centrar en la presentación de definiciones, teoremas y demostraciones, con ejemplos y ejercicios de tipo formal. Los temarios son a menudo tan extensos aunque necesarios y difíciles de reducir, que queda muy poco tiempo libre para establecer una buena conexión entre los contenidos matemáticos y las restantes asignaturas de los grados en los que se integran, y para insistir en los contenidos.

El objetivo general de este proyecto de innovación docente es comenzar a solucionar este problema mediante la creación de material docente que ayude a conectar las asignaturas de contenido matemático de los primeros cursos del Grado en Física y del Doble Grado en Física y Matemáticas con los contenidos físicos que suponen el eje central de las titulaciones en las que se integran. Tiene la peculiaridad de que se persigue que sean los propios estudiantes los encargados de crear el material. Requiere así la participación voluntaria de alumnos del Grado en Física y del Doble Grado en Matemáticas y Física, preferentemente de cursos superiores, que expliquen a los alumnos de primeros cursos con lenguaje sencillo cómo han ido aplicando los contenidos matemáticos aprendidos en asignaturas de Física.

Para lograr este objetivo y animar a los alumnos a colaborar, **se propuso la celebración de un concurso dirigido a alumnos del Grado en Física y Doble Grado en Matemáticas y Física para fomentar entre ellos la creación de material docente**, centrado en ilustrar la conexión entre las Matemáticas y la Física que se enseñan en ambos grados. El proyecto pretende reducir la distancia entre la enseñanza de ambas materias y mejorar su aprendizaje, a la vez que se aproximan las visiones de profesores y estudiantes.

Los objetivos específicos de este proyecto fueron:

- Complementar la formación matemática de los alumnos, a menudo centrada en procedimientos formales y en ejercicios de tipo académico, con ejemplos concretos de aplicación de Matemáticas a Física escogidos y explicados por sus compañeros y extraídos de las asignaturas que van a estudiar a lo largo de sus estudios de grado, con mejora de la capacidad del alumno para transcribir problemas reales en términos de variables y conceptos matemáticos y de su formación físico-matemática en general.
- Elaboración de material docente por los alumnos, con la esperada mejora del aprendizaje de los contenidos que se abordaran, ya que según la conocida pirámide del aprendizaje, la forma más efectiva de aprender es enseñar a otros. Además, contribuir a la enseñanza de compañeros aumenta la motivación, la satisfacción y la implicación en los estudios. El hecho de que el material sea diseñado y hecho por alumnos puede facilitar su comprensión por el resto, pues poseen el mismo lenguaje de iguales y nivel similar.

- Fomentar la creatividad del alumno y su capacidad de comunicación.
- Fomentar la colaboración y la comunicación entre profesores y alumnos con el objetivo común de mejorar la enseñanza.
- El material docente elaborado por los alumnos, recopilado en una web, servirá a los profesores de asignaturas de carácter matemático para identificar los aspectos en los que los alumnos encuentran más dificultad, a la vez que les permitirá encontrar ejemplos atractivos con los que mostrar la estrecha relación entre Matemáticas y Física que podrán incorporar a las explicaciones en clase.

2. Objetivos alcanzados

Una vez realizado el proyecto, los objetivos concretos logrados, además de todos los beneficios contemplados en el anterior apartado, son los siguientes:

- Se puso en marcha y se celebró el **concurso de material docente elaborado por alumnos, con el título Mat4Fis2018**. Se presentaron un total de 24 contribuciones al concurso. Se plantearon primer, segundo y tercer premio en tres categorías distintas (ver desarrollo de las actividades para detalles concretos), con un total de 8 trabajos premiados. De las 24 contribuciones, 12 fueron presentadas por alumnos del Doble Grado en Matemáticas y Física, y 12 por alumnos del Grado en Física. Aunque se esperaba una mayor participación de los alumnos, hay que destacar que el presente proyecto no contaba con financiación de ningún tipo, por lo cual no se pudo ofrecer a los alumnos los premios que en principio se planteaban en el proyecto, y que probablemente habrían mejorado la motivación para participar en el concurso. No obstante, los miembros del equipo consiguieron una donación de libros por parte de la editorial Cambridge University Press, que se ofrecieron como premios alternativos a los propuestos originalmente. Todos los alumnos participantes, premiados o no, recibieron además un diploma. Se ha puesto de manifiesto que la celebración de un concurso entre alumnos es también en sí mismo una poderosa herramienta de aprendizaje, pues fomenta la motivación de los estudiantes, su creatividad y asienta el aprendizaje de los conceptos sobre los que se elabora el material.

- Se ha creado una página web donde se ha almacenado el material docente presentado a concurso, que podrá ser usada por profesores y alumnos en cursos sucesivos para establecer una mejor conexión entre Matemáticas y Física, y en definitiva, una formación más completa e integrada en ambas materias. Aunque el proyecto ha estado orientado a la enseñanza en el Grado en Física y el Doble-Grado en Física-Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid, el material docente elaborado, recopilado y puesto en abierto a través de esta web resulta útil para cualquier grado en Física o similar de cualquier universidad en el que se quiera ilustrar la importancia de una buena base matemática en la formación del futuro físico.

3. Metodología empleada

A continuación se indican las diferentes fases y actividades que se realizaron para desarrollar el proyecto propuesto:

- Fase 1. Octubre de 2017.
Redacción de las bases del concurso, consensuadas por todo el equipo del proyecto.
Diseño y creación de una página web con la información sobre el concurso y sus bases.
- Fase 2. Noviembre de 2017-enero de 2018.

Fase de publicidad del concurso. En esta fase, clave para el éxito del proyecto, se publicó el concurso entre el alumnado del Grado en Física y del Doble Grado en Matemáticas y Física a través de distintos medios. Los alumnos miembros del equipo del proyecto se encargaron de anunciar el concurso y animar a sus compañeros a participar a través de redes sociales. Los profesores integrantes del equipo investigador que impartían docencia en el Grado y Doble-Grado anunciaron el concurso entre sus estudiantes, e incentivaron su participación. Se colocaron carteles anunciadores del concurso en la Facultad de Física, en los que se indicó la web donde pueden consultar la información sobre el concurso.

- Fase 3. Febrero-abril de 2018.
Elaboración de material docente por los alumnos participantes en el concurso. Los profesores del equipo asesoraron en todo momento a los alumnos que lo solicitaron.
Recopilación de las aportaciones recibidas por los estudiantes por parte de la responsable del proyecto.
- Fase 4. Mayo de 2018.
Revisión, evaluación y elección de los trabajos premiados por el tribunal evaluador del concurso, integrado por todo el equipo del proyecto. El papel de los alumnos integrantes del equipo fue en esta fase muy relevante, ya que se buscaba que el material fuera comprensible y útil al alumnado.
- Fase 5. Junio de 2018.
Entrega de premios y diplomas a los participantes.

A lo largo de toda la duración del proyecto se fueron celebrando diversas reuniones del equipo para la coordinación y seguimiento del proyecto.

Finalmente, el material docente fue recopilado (previa autorización de los participantes) **en la página web:** <https://www.ucm.es/mat4fis/>

4. Recursos humanos

El equipo del proyecto está integrado por profesores actualmente pertenecientes al Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica y al Departamento de Física Teórica de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid, así como por alumnos del Grado en Física:

Profesores del Depto. de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica: los profesores titulares M.^a Cristina Martínez Pérez y Luis Mario Fraile Prieto, el catedrático Juan Manuel Rodríguez Parrondo, los profesores contratado doctor en régimen de interinidad Laura Muñoz Muñoz, Armando Relaño Pérez y Óscar Moreno Díaz y el investigador postdoctoral Daniel Sánchez Parcerisa.

Profesor del Depto. de Física Teórica: el profesor titular Francisco Navarro Lérda.

Alumnos del Grado en Física: Aitor Alvarado Vargas, David Sánchez Cid y Jalal Tounli Nemri.

Los profesores del equipo están muy comprometidos con la docencia y han sido muy bien valorados por sus estudiantes, con numerosas evaluaciones positivas en Docencia y con varios diplomas de excelencia docente en los últimos cursos. Además se ha contado con la participación de todo el alumnado que se ha presentado al concurso. Todos estos recursos han sido necesarios para llevar a cabo las distintas actividades planteadas en el proyecto.

5. Desarrollo de las actividades

Tal y como se ha indicado en el apartado 3 de Metodología, el proyecto se realizó en diversas fases:

Fase 1: Redacción de las bases del concurso y creación de la web de difusión del concurso.

En la elaboración de las bases del concurso de material docente que supone el eje central de este proyecto participó todo el equipo del proyecto, profesores y alumnos. Pueden consultarse en el Anexo 1. Se decidió que el concurso entregaría premios en varias categorías, dependiendo del tipo de material docente que se presentara:

- Categoría “Diferencial”: se trata de la contribución más sencilla que se puede presentar. Consiste únicamente en explicar brevemente por escrito alguna aplicación matemática que se haya encontrado en el resto de asignaturas, por ejemplo una integral que se haya visto en algún ejercicio de asignaturas de Física, un desarrollo de Taylor, un límite, etc.
- Categoría “Orden dos”: se trata de identificar una aplicación de Matemáticas en Física y elaborar un problema con contenido aplicado que un alumno de primer curso pueda resolver sin tener que usar material que no se le haya explicado.
- Categoría “Integral”: en esta categoría se incluyen vídeos explicativos de la aplicación matemática identificada, siempre con nivel sencillo para que alumnos de primero puedan entenderlo. También se consideran aplicaciones para móviles y otras TIC's.

En todas las categorías el material debía explicar no sólo los desarrollos matemáticos, sino también los conceptos físicos relevantes en el problema, a un nivel accesible a estudiantes de primer curso del Grado en Física.

Los alumnos del Grado en Física integrantes del equipo se encargaron de crear una web para difundir el concurso, con información sobre las bases, sobre cómo presentar el material a concurso y sobre los integrantes del equipo y el proyecto de innovación docente en el que se integraba el concurso.

Fase 2: Publicidad del concurso.

El concurso se publicitó entre el alumnado del Grado en Física y Doble-Grado en Física-Matemáticas a través de distintos medios. Los alumnos miembros del equipo del proyecto se encargaron de anunciar el concurso y animar a sus compañeros a participar a través de redes sociales (Twitter y WhatsApp) . Los profesores integrantes del equipo investigador que impartían docencia en el Grado y Doble-Grado anunciaron el concurso entre sus estudiantes, en clase y a través del campus virtual, e incentivaron su participación. Se colocaron carteles anunciadores del concurso en la Facultad de Física, en los que se indicó la web donde se podía consultar la información sobre el concurso (ver Anexo 2).

Fase 3: Elaboración de material docente y recopilación del mismo.

Durante esta fase, los alumnos participantes en el concurso elaboraron el material docente. En muchas ocasiones, los alumnos solicitaron ayuda de los profesores del equipo para asesorarles en la elaboración del material y para su posterior revisión previa a la presentación a concurso. Se presentaron un total de 24 contribuciones al concurso. De las 24 contribuciones, 12 fueron presentadas por alumnos del Doble Grado en Matemáticas y Física, y 12 por alumnos del Grado en Física. Se clasificó el material según la categoría en la que concursaban. Cabe destacar que el

material presentado por los alumnos incluía aplicaciones de las Matemáticas en áreas muy diversas de la Física como Electromagnetismo, Física Cuántica, Óptica, Termodinámica y Mecánica, entre otras.

Fase 4: Revisión, evaluación y elección de los trabajos premiados

El tribunal evaluador del concurso, integrado por todo el equipo del proyecto, se reunió en dos ocasiones para elegir los trabajos premiados, una vez revisadas las contribuciones por todos los miembros. Los premios se concedieron por votación de los miembros. Se concedieron 8 premios: primer, segundo y tercer premio en las categorías Diferencial y Orden dos, y primer y segundo premio en la categoría Integral, quedando desierto el tercer premio.

Fase 5: Entrega de premios y diplomas a los participantes.

Los alumnos premiados recibieron un diploma (ver Anexo 3 como ejemplo), así como un premio consistente en un pequeño lote de libros donados por la editorial Cambridge University Press. Los alumnos participantes recibieron un diploma de participación en el concurso.

A lo largo de toda la duración del proyecto se fueron celebrando diversas reuniones del equipo para la coordinación y seguimiento del proyecto.

Finalmente, el material docente fue recopilado (previa autorización de los participantes) **en la página web** <https://www.ucm.es/mat4fis/> . Actualmente, aún se está trabajando en su difusión y en su mejora.

6. Anexos

Anexo 1: Bases del concurso

PRIMERA.- Objeto del Concurso

El objeto de este concurso es la creación de material docente por alumnos del Grado en Física y del Doble Grado en Matemáticas y Física que sea capaz de explicar a los alumnos de primer curso con lenguaje sencillo cómo se van aplicando en las asignaturas de Física los contenidos matemáticos que están estudiando. El objetivo es que el material ayude a conectar las asignaturas de contenido matemático de primer curso de ambos Grados con los contenidos físicos que suponen el eje central de las titulaciones en las que se integran. Se premiarán las mejores contribuciones.

SEGUNDA.- Concursantes.

Es un concurso abierto a todos los estudiantes del Grado en Física y del Doble Grado en Matemáticas y Física con ganas de ayudar a sus compañeros de primer curso a entender mejor para qué necesitan los contenidos de las asignaturas Matemáticas, Cálculo y Álgebra y cómo se aplican. Los alumnos de primer curso también pueden presentarse.

La participación es totalmente gratuita y no requiere de inscripción previa. Las contribuciones se pueden presentar individualmente, o por equipos de hasta 3 estudiantes.

TERCERA.- Categorías y premios.

El concurso agrupa varias categorías, dependiendo del tipo de material docente que se presente:

- Categoría "Diferencial": se trata de la contribución más sencilla que se puede presentar. Consiste únicamente en explicar brevemente por escrito alguna aplicación matemática que

se haya encontrado en el resto de asignaturas, por ejemplo una integral que se haya visto en algún ejercicio de asignaturas de Física, un desarrollo de Taylor, un límite, etc.

- Categoría “Orden dos”: se trata de identificar una aplicación de Matemáticas en Física y elaborar un problema con contenido aplicado que un alumno de primer curso pueda resolver sin tener que usar material que no se le haya explicado.
- Categoría “Integral”: en esta categoría se incluyen vídeos explicativos de la aplicación matemática identificada, siempre con nivel sencillo para que alumnos de primero puedan entenderlo. También se considerarán aplicaciones para móviles y otras TIC's.

En todas las categorías el material tiene que explicar no sólo los desarrollos matemáticos, sino también los conceptos físicos relevantes en el problema, a un nivel accesible a estudiantes de primer curso del Grado en Física.

Un mismo concursante o equipo concursante puede participar con una o varias contribuciones en una o más categorías.

En cada categoría se concederá al menos un premio con la colaboración de la Editorial Cambridge University Press, aún por determinar. Todos los concursantes recibirán un diploma de participación en el concurso. Además, se seleccionará material para elaborar una web divulgativa abierta a todos los públicos, orientada a ser usada por alumnos y profesores de primer curso para conectar las Matemáticas y la Física que están aprendiendo o enseñando.

Los alumnos pueden consultar a través de la dirección de correo mat4fis2018@gmail.com cualquier duda que tengan sobre el material a presentar, y pueden recibir asesoramiento de los miembros del Comité Organizador en caso de necesitarlo.

CUARTA.- Plazos e instrucciones de participación

Para concursar bastará con enviar un correo electrónico con el material docente a la dirección mat4fis2018@gmail.com, desde el 8 de enero hasta el 15 de abril de 2018, ambos inclusive, indicando:

- Nombre y apellidos de los concursantes, así como un teléfono de contacto.
- La modalidad de concurso en la que se participa.
- Si se es alumno del Grado en Física o del Doble grado en Física y Matemáticas, así como el curso en el que se está matriculado.

Los concursantes aceptan que el material docente que resulte premiado y/o seleccionado en el Concurso se incluya en una web divulgativa, donde irá acompañado del nombre del autor en un lugar visible. Igualmente, manifiestan y garantizan que son los únicos autores y titulares de todos los derechos de autor sobre el material que presentan a Concurso.

El fallo del Concurso y la entrega de premios tendrá lugar en mayo de 2018, en la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid. El resultado del fallo se hará público en la web y será comunicado mediante un correo electrónico y/o teléfono a los premiados. Las fechas concretas del fallo y la entrega de premios serán expresamente indicadas en la página web.

QUINTA.- Organización del Concurso. Comité Organizador y Jurado

La organización del concurso recae sobre el equipo completo del proyecto Innova-Docencia 2017-2018, "Conectando Física y Matemáticas a través de material docente creado por alumnos", que constituye igualmente el Jurado del Concurso.

SEXTA- Aceptación de las Bases

La participación en el presente concurso implica el otorgamiento de consentimiento expreso para el tratamiento de los datos personales facilitados. Dichos datos serán utilizados, exclusivamente, a fin de gestionar correctamente la participación y cumplir con lo recogido en las presentes Bases.

Los candidatos, por el mero hecho de participar en esta convocatoria, aceptan todas y cada una de las Bases del mismo, así como el criterio de la Organización en cuanto a la resolución de cualquier cuestión o controversia derivada del mismo.

Anexo 2: Cartel del concurso

¿Te gustan la Física y las Matemáticas? ¿Te interesaría colaborar para mejorar el aprendizaje de tus compañeros de primer curso ayudándoles a conectar mejor ambas materias desde el inicio? En ese caso, ¡ESTE ES TU CONCURSO!



¿Qué se pretende?

El objeto de este concurso es la **creación de material docente por los propios alumnos**, que sea capaz de explicar a sus compañeros de primer curso con **lenguaje sencillo** cómo se van aplicando en las asignaturas de Física los contenidos matemáticos que están estudiando.

¿Quiénes pueden participar?

Estudiantes del Grado en Física y del Doble Grado en Matemáticas y Física de la UCM, incluidos alumnos de 1er curso, así como alumnos de másteres y doctorado de la Facultad de Ciencias Físicas de la UCM que hayan cursado los grados anteriormente citados.

¿Habrá premios?

Sí, se concederán tres premios en tres categorías, consistentes en lotes de **libros cedidos por la editorial Cambridge University Press**. Además, todos los concursantes recibirán diploma de participación, habrá una **entrega pública de premios en mayo**, y se seleccionará material para elaborar una web divulgativa abierta a todos los públicos, orientada a ser usada por alumnos y profesores de primer curso para conectar las Matemáticas y la Física que están aprendiendo o enseñando.

Plazo: 1 de marzo hasta el 30 de abril de 2018.

Más información en <https://mat4fis2018.wordpress.com> y en el correo mat4fis2018@gmail.com.



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

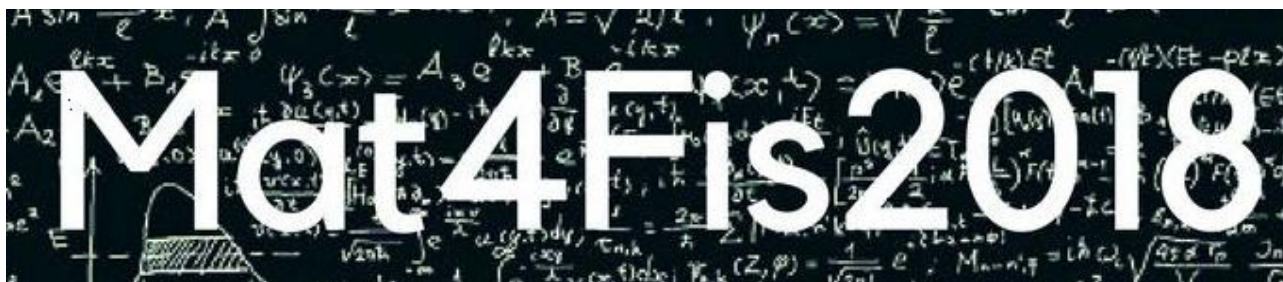


Con la colaboración de



CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS

Anexo 3: Ejemplo de diploma



El jurado del concurso MAT4FIS2018 de la Facultad de Ciencias Físicas de la
Universidad Complutense de Madrid,
“Conectando Física y Matemáticas a partir de material docente creado por
alumnos”,

otorga a

DIEGO CHICHARRO GORDO y MANUEL NAVARRO GARCÍA

EL PRIMER PREMIO EN LA CATEGORÍA DIFERENCIAL

por su contribución titulada *“Tiempo de colapso de una nube de gas”*.

En Madrid, a 28 de mayo de 2018

Fdo: Cristina Martínez Pérez, en nombre del jurado del concurso Mat4fis2018 y del
equipo del proyecto de innovación docente
“Conectando Física y Matemáticas a través de material docente creado por alumnos”.



Con la colaboración de



**CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS**