



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2016/2017

Nº 134

Documentos interactivos libres para una metodología docente de “aula invertida”

Eduardo Cabrera Granado

Facultad de Óptica y Optometría

Departamento de Óptica y Optometría

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El objetivo principal del proyecto, fue, desde un principio, adaptar el material docente de la asignatura de Óptica Física II del Grado de Óptica y Optometría de la UCM para facilitar la implantación progresiva de una metodología docente de “aula invertida”. El motivo para llevar a cabo nuevo material docente, más allá de libros, apuntes en formato pdf o presentaciones (aunque sin disminuir el valor y la utilidad de estos) es la constatación por parte de los profesores participantes en este proyecto de la necesidad de generar espacios de aprendizaje más interactivos, colaborativos y basados en nuevas tecnologías web. Este proyecto ha pretendido servir de banco de pruebas para otro tipo de material más flexible.

Más concretamente, los objetivos propuestos al inicio del proyecto fueron los siguientes:

1. Generar material docente interactivo, libre y gratuito para la asignatura de Óptica Física II del Grado de Óptica y Optometría de la UCM.
2. Liberar en plataformas de acceso libre dicho material (Eprints-Complutense, GitHub) comprometiéndose los profesores solicitantes a su mantenimiento con futuras nuevas versiones de los documentos generados.
3. Aplicar dicho material a una metodología docente tipo "aula invertida" dentro de la asignatura de Óptica Física II del Grado de Óptica y Optometría de la UCM.

2. Objetivos alcanzados

En primer lugar, se ha generado un conjunto de documentos estructurados siguiendo los temas en los que se divide la asignatura de Óptica Física II que constituyen un material docente de referencia para los estudiantes. Este conjunto de documentos, en formato Jupyter Notebooks, desarrollan explicaciones teóricas, simulaciones interactivas con casos de estudio y ejercicios colaborativos, siendo utilizados ampliamente durante el desarrollo del curso.

Por otro lado, estos documentos, aunque durante la ejecución del curso 2016/2017 se ha restringido su acceso a los estudiantes de la asignatura de Óptica Física II, se han liberado en la plataforma de la UCM de E-prints y en GitHub, tanto en formato pdf como en formato Jupyter Notebooks. De este modo, pensamos favorecer el acceso a cualquier estudiante o docente interesado, así como la evolución dinámica de este material, ya que cualquier persona puede descargarlo, extenderlo o modificar erratas. Se trata, pues, de favorecer también la colaboración entre docentes para poder mejorar el material de estudio así como la metodología a aplicar en clase.

Finalmente, y buscando satisfacer el tercer y último objetivo propuesto inicialmente en este proyecto, parte de este material se ha utilizado en el presente

curso para explorar la implementación de una metodología docente tipo “aula invertida”. Pretendemos continuar en los próximos cursos con la incorporación progresiva de más temas teóricos empleando dicha metodología.

3. Metodología empleada en el proyecto

Tal y como se estableció en la solicitud del proyecto, y con el fin de satisfacer los objetivos inicialmente previstos, se desarrolló el material docente interactivo en formato Jupyter Notebook. Este formato permite la inclusión de texto, imágenes, videos, contenido en html, simulaciones en diferentes lenguajes de programación, etc y resulta una herramienta adaptada perfectamente al objetivo de presentar material docente que refuerce la iniciativa del estudiante en su aprendizaje.

Para realizar las simulaciones así como los entornos gráficos interactivos se eligió como lenguaje de programación Python. Esta elección se justifica en su amplio uso dentro de la comunidad científica y educativa así como en la oferta de una asignatura optativa dentro del Grado de Óptica y Optometría dedicada a su aprendizaje. Por otro lado, cabe destacar que el estudiante que ha colaborado en las tareas de este proyecto ya disponía de conocimientos en Python, resultando más sencillo por tanto su integración dentro del proyecto.

La generación de estos documentos entre el conjunto de profesores participantes ha exigido realizar labores de coordinación así como disponer de un espacio común de desarrollo. Este espacio ha sido la plataforma online CoCalc (anteriormente denominada SageMathCloud), dada su compatibilidad con los documentos Jupyter Notebook, la posibilidad de compartir la edición, la presencia de un gestor de tareas así como su accesibilidad tanto desde el trabajo como desde casa a través de un navegador web. Esta plataforma ha sido utilizada, no solo como marco común del profesorado para desarrollar el material, sino también, como plataforma de e-learning con los estudiantes gracias a su gestor de cursos. Una vez creada una cuenta gratuita al inicio del curso, cada alumno ha dispuesto de un espacio en la nube donde leer y trabajar con el material colaborativamente, incluyendo ejecutar el código de las simulaciones.

Finalmente, la retroalimentación por parte del alumnado ha sido, tanto verbal como en forma de encuestas realizadas tanto en clase como a través del Campus Virtual de la UCM, las cuales han intentado valorar cómo perciben el uso de este tipo de material docente así como los puntos más críticos que han de mejorarse en futuros cursos.

4. Recursos humanos

Los profesores participantes han trabajado con las herramientas docentes utilizadas en este proyecto en los últimos años en el marco de diferentes proyectos de innovación y aplicadas a varias asignaturas correspondientes a distintos grados

impartidos en la UCM. Más concretamente, los profesores Óscar Gómez Calderón y Eduardo Cabrera Granado han impartido clases teóricas y prácticas en la asignatura de Óptica Física II durante más de 4 años. Por otro lado, Sonia Melle Hernández ha impartido docencia en las asignaturas de Física y Óptica Biomédica entre otras, las cuales se encuentran muy relacionadas con la asignatura de Óptica Física II. Finalmente, Elena Díaz García posee experiencia docente en la impartición de asignaturas como Física del Estado Sólido o Laboratorio de Mecánica y Ondas del Grado de Física.

Los documentos interactivos desarrollados han sido aplicados en la asignatura de Óptica Física II por los profesores Eduardo Cabrera Granado y Óscar Gómez Calderón. Simultáneamente, se ha tutorizado la participación del estudiante de Grado Sergio Ortega Moreno. Esta participación ha consistido en la elaboración de ejercicios interactivos que sirvan de extensión natural a las prácticas de laboratorio de la asignatura, permitiendo trabajar sobre los conceptos vistos en las sesiones de laboratorio más allá de las horas presenciales en este.

Por último, cabe destacar que los profesores Elena Díaz García y Eduardo Cabrera Granado enviaron dos contribuciones a la jornada "Las TIC en la Enseñanza: Experiencias en la UCM" siendo elegida la contribución "Aprendizaje autónomo e individualizado basado en la herramienta de software libre Jupyter Notebook" para una presentación oral en esta jornada. Además, las dos contribuciones han sido publicadas en las actas de la jornada disponibles en EPrints de la UCM, en la dirección

<http://eprints.ucm.es/42177/1/Las%20TIC%20en%20la%20Ense%C3%B1anza%202017.pdf>

5. Desarrollo de las actividades

Siguiendo el plan de trabajo inicial, el primer cuatrimestre del curso 2016/2017 se dedicó tanto a reuniones organizativas como al desarrollo inicial de los documentos del curso. Este desarrollo consistió en la generación de material nuevo así como en la adaptación y mejora del material creado por los profesores en cursos anteriores. Aunque este desarrollo fue llevado a cabo fundamentalmente entre los meses de Septiembre de 2016 y Enero de 2017, continuó durante el segundo cuatrimestre atendiendo a las necesidades de la asignatura de Óptica Física II.

Para llevar a cabo este trabajo se generó un espacio dentro de la plataforma de cálculo computacional CoCalc (anteriormente denominado SageMathCloud) con acceso común a todos los profesores participantes. A su vez, el profesor Eduardo Cabrera Granado llevó a cabo varias reuniones iniciales con el estudiante Sergio Ortega Moreno, con el fin de establecer el marco de su participación dentro de las líneas principales del proyecto. A partir de esas primeras reuniones, la tutorización fue

más puntual, necesitando fundamentalmente asistencia ante algunos problemas con el código de las simulaciones a implementar en los ejercicios.

Dentro del material de estudio utilizado en la asignatura de Óptica Física II, se han generado los siguientes documentos nuevos:

1. Ejercicios sobre Biprisma de Fresnel. Ejercicios interactivos que simulan la práctica de laboratorio sobre las interferencias de dos ondas electromagnéticas.
2. Tratamientos Antirreflejantes. Conjunto de documentos explicando la teoría y ofreciendo simulaciones para el estudio individual de este tema, así como ejercicios colaborativos para realizar en pequeños grupos de estudiantes.
3. Ejercicios sobre Difracción para reforzar los conceptos vistos en la práctica de laboratorio correspondiente a esta parte de la asignatura.
4. Poder de resolución. Explicación del concepto de poder de resolución y aplicaciones.
5. Tomografía de coherencia óptica (OCT). Documento para explicar los fundamentos físicos de la OCT y sus aplicaciones.
6. Teoría Difraccional de la Imagen. Documento que permite iniciar a los estudiantes en los conceptos de función de dispersión de punto y función de transferencia de modulación.

Estos documentos, junto a una pormenorizada revisión y adaptación de documentos más antiguos, forman un material docente moderno, gratuito y dinámico que será utilizado en cursos posteriores. Todo este material se encuentra disponible dentro del espacio de eprints de la UCM así como en la plataforma online GitHub (<https://github.com/ecabreragranado/OpticaFisicall>).

Posteriormente, en el segundo cuatrimestre, y dentro del desarrollo del curso para la asignatura de Óptica Física II, se decidió cuáles serían los temas más idóneos para servir de banco de pruebas de una metodología docente tipo “aula invertida”. Tras una reunión entre los profesores de la asignatura, se escogieron los temas de Experimento de Young y Anillos de Newton para introducirla. Los estudiantes, una vez creadas sus cuentas en la plataforma CoCalc disponían de los documentos interactivos sobre estos temas con la suficiente antelación. Una vez se explicaba el objetivo de estas pruebas y se enseñaba el manejo de dichos documentos en clase, se les instaba a estudiarlos. Posteriormente, se explicaban las dudas generadas, y se hacían ejercicios tanto evaluables como de apoyo para trabajar sobre esos temas. Finalmente, se recogió la retroalimentación de los alumnos mediante una encuesta donde se preguntaba fundamentalmente sobre la percepción de los estudiantes acerca de la utilidad y facilidad de uso dentro de un marco de enseñanza tipo “aula invertida” tanto de este tipo de documentos como de la plataforma CoCal, fundamental en nuestro caso para el desarrollo de este tipo de actividades. Los resultados se pueden apreciar en las siguientes figuras.

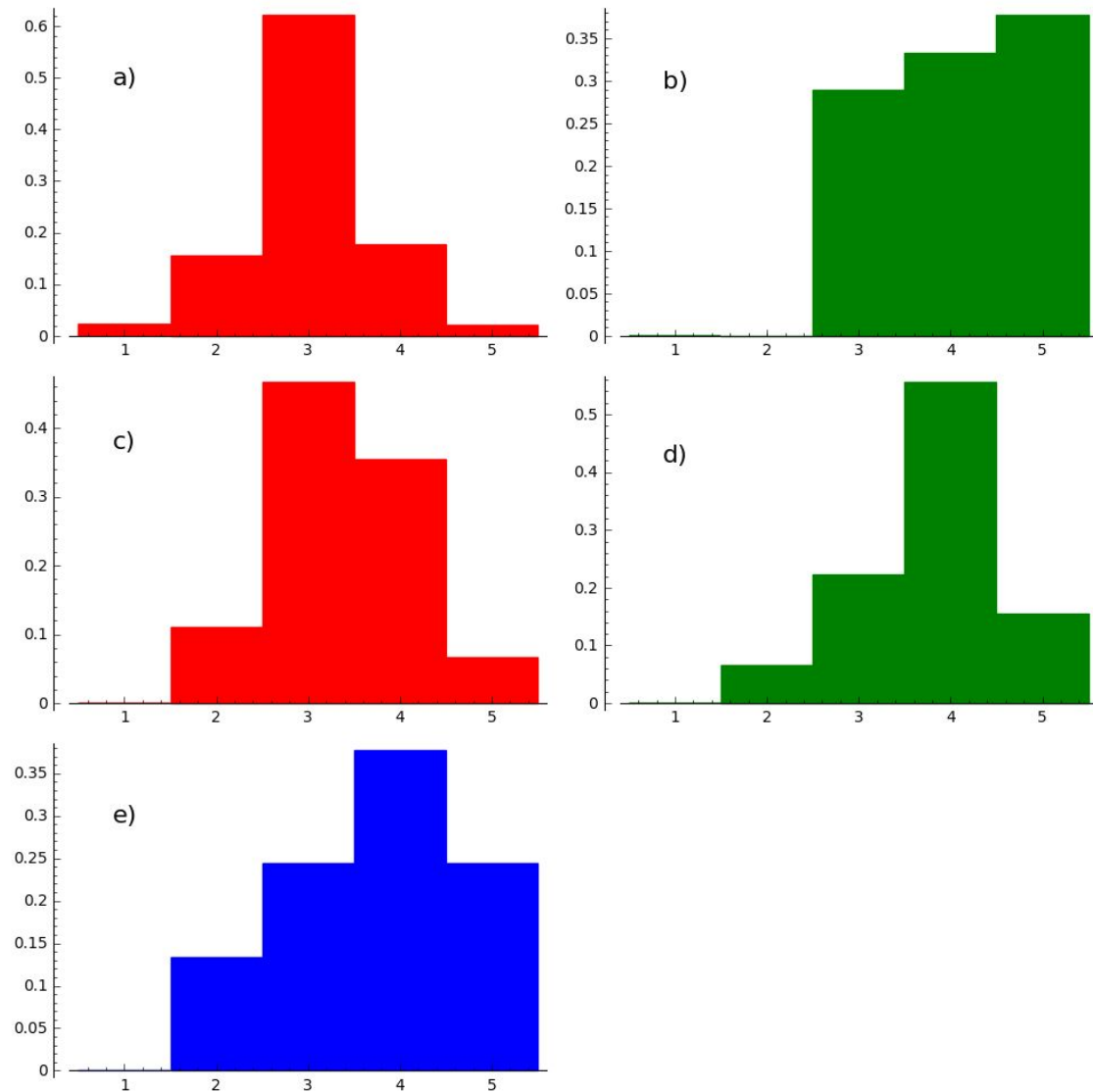


Figura 1: Facilidad de uso de Jupyter Notebook (a) y CoCalc (b). Valores más altos indican mayor facilidad de uso. Utilidad de Jupyter Notebook (c) y CoCalc (d). Valores más altos indican mayor utilidad para el curso. Por último, se muestra el apoyo a continuar con este tipo de documentos en el marco de “aula invertida” en el futuro. Valores más altos indican mayor apoyo. En todas las gráficas, se pidió escoger un grado de valoración entre 1 y 5.

En general, la respuesta, ha sido muy positiva y se apoya explorar más su uso en futuros cursos. A pesar de ello, se aprecia que para algunos alumnos, no ha resultado fácil el trabajar con este tipo de documentos. En este sentido, se planea desarrollar tutoriales para introducir las operaciones más elementales de uso con Jupyter Notebook. Por otro lado, cabe destacar que los estudiantes han percibido como muy útil y fácil de usar la plataforma online CoCalc.

Aunque el plan de trabajo inicial incluía enviar una contribución a un congreso docente al final de la ejecución del proyecto, la celebración de la Jornada “Las TIC en la Enseñanza: Experiencias en la UCM” nos permitió adelantar la presentación de algunos resultados, uniendo el trabajo de este proyecto junto a los resultados de

proyectos de innovación anteriores. La ausencia de dotación presupuestaria también ha hecho imposible la participación en otros congresos nacionales o internacionales docentes.