



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE
ID2021/036

**Implementación de nuevas metodologías
docentes en asignaturas del Área de Óptica: Aula
Invertida y Aprendizaje Colaborativo.**

Coordinador:

Carlos Hernández García

Equipo:

Enrique Conejero Jarque
Alba de las Heras Muñoz
Eduardo Warein Holgado López
Pablo Moreno Pedraz
Luis Plaja Rustein
Javier Rodríguez Vázquez de Aldana
Julio San Román Álvarez de Lara
Carolina Romero Vázquez
Víctor Wilfried Segundo Staels
Francisco Javier Serrano Rodríguez
Íñigo Juan Sola Larrañaga

Universidad de Salamanca
Salamanca, 30 de junio de 2022



Tabla de contenidos

1. Introducción	3
2. Objetivos	3
3. Asignaturas, material y recursos empleados	4
4. Metodología	6
5. Actividades desarrolladas	15
6. Resultados, mejoras obtenidas e impacto del proyecto	45
7. Conclusiones	49
8. Anexo I: encuestas a estudiantes	50

1. Introducción

Los profesores del Área de Óptica tienen tradición en la implantación de nuevas metodologías docentes: han implantado el inglés como idioma principal, han creado herramientas de simulación numérica, se han volcado en el desarrollo de prácticas experimentales y material de apoyo docente, etc. En total, los profesores del grupo de trabajo han coordinado y participado en más de veinte proyectos de innovación en los últimos quince años.

Durante el curso y medio en el que nos ha afectado la pandemia estos profesores se han implicado activamente en la virtualización de las asignaturas que imparten, realizando muchos recursos audiovisuales. La realización de videos ha sido en ocasiones apresurada y de emergencia, pero ha brindado una oportunidad para valorar las oportunidades que ofrece la virtualización de contenidos docentes. De cara al curso 2021/2022, mediante este proyecto de innovación docente se propuso transformar el trastorno ocasionado por la pandemia en una oportunidad de instaurar las metodologías de Aula Invertida y de Aprendizaje Colaborativo.

Los profesores de este proyecto imparten las asignaturas de contenido teórico relacionadas con la Óptica, en el Grado en Física, en el Máster Interuniversitario de Física y Tecnología de los Láseres, y en los grados en Química e Ingeniería Química. El coordinador (y varios profesores del equipo de este proyecto) han recibido formación sobre estas nuevas metodologías en los cursos de Formación Docente del IUCE, en concreto en los cursos “Innovación de la sesión expositiva y fomentar la participación del alumnado”, “Escuela de cocina: aula invertida en salsa de aprendizaje personalizado”, y “Evaluar los resultados de aprendizaje desde la perspectiva del aula invertida”. Este proyecto ha permitido por tanto instaurar estas metodologías en determinadas asignaturas del área de Óptica, con resultados y experiencias diversas como se verá a continuación.

2. Objetivos

Este proyecto plantea la implementación de las metodologías de Aula Invertida y Aprendizaje Colaborativo en las asignaturas teóricas que imparten los profesores del Área de Óptica. Por un lado se aprovecharán los contenidos audiovisuales generados desde el comienzo de la pandemia, y se generarán nuevos contenidos, adaptándolos a una estrategia docente de Aula Invertida. Por otro lado, preferentemente en las asignaturas de Máster, se desarrollará una estrategia de Aprendizaje Colaborativo (o Cooperativo).

Los objetivos particulares del proyecto han sido:

- O1. Identificar los distintos temas de las asignaturas propuestas en las que se puedan implantar las metodologías de Aula Invertida y de Aprendizaje Colaborativo.
- O2. Adaptar los contenidos audiovisuales existentes en el área de Óptica a una estrategia de Aula Invertida o de Aprendizaje Colaborativo.
- O3. Crear nuevos contenidos audiovisuales con retroalimentación, en formato vídeo con preguntas, que permitan la metodología de Aula Invertida o de Aprendizaje Colaborativo.
- O4. Crear más oportunidades de aprendizaje en casa y en el aula, generando tareas para aprender a pensar.
- O5. Despertar la curiosidad del estudiante, mediante preguntas que generen incertidumbre para que surja la necesidad de contestarlas.
- O6. Promover el trabajo cooperativo y crear hábitos de participación en las actividades docentes, tanto en el aula como fuera de ella.
- O7. Propiciar espacios de mayor autonomía del estudiante.

3. Asignaturas, material y recursos empleados

Las asignaturas implicadas en el presente proyecto son las siguientes:

A1: 100823 - Óptica I, asignatura obligatoria de tercer curso del Grado en Física
A2: 100829 - Óptica II, asignatura obligatoria de tercer curso del Grado en Física
A3: 100851 - Óptica Coherente, asignatura optativa de cuarto curso del Grado en Física
A4: 304335 - Laboratorio de láseres intensos, asignatura optativa del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres
A5: 304317 - Introducción a la Interacción Láser-Materia, asignatura obligatoria del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres
A6: 304319- Métodos Computacionales en Óptica, asignatura obligatoria del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres
A7: 304330 - Aplicaciones de los láseres al procesado y a la caracterización de materiales, asignatura optativa del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres
A8: 104100 - Física I, asignatura básica de primer curso del Grado en Ingeniería Química
A9: 104105 - Física II, asignatura básica de primer curso del Grado en Ingeniería Química
A10: 104004 - Física II, asignatura básica de primer curso del Grado en Química

Por lo tanto, se abarca un buen número de asignaturas que presentan una gran variedad de tipologías (titulación, nivel académico, etc.). Ello ha hecho que los enfoques metodológicos sean flexibles para adaptarse a cada contexto. Cabe mencionar que respecto a la propuesta inicial de este proyecto, ha habido una modificación, tras las reuniones iniciales entre el profesorado. El profesor D. Julio San Román, de acuerdo con el resto de profesores del proyecto, decidió adaptar la metodología de Aula Invertida la asignatura A4, Laboratorio de láseres intensos, en vez de en la asignatura de Fotónica del Grado en Física, debido a las características del alumnado del presente curso (número de estudiantes).

En cuanto al material y recursos empleados, se han establecido tres categorías.

- *Diseño y ejecución de contenidos.*

Se han adaptado los videos ya existentes a píldoras audiovisuales con retroalimentación, a la vez que se han generado nuevas píldoras. Se ha usado la aplicación gratuita *Edpuzzle*, que permite editar vídeos e introducir cuestionarios o notas de audio. Para la grabación de vídeos, además de las herramientas integradas en *Windows* o *Apple* (pantalla integrada, *PowerPoint*, *Keynote* o *QuickTime*), se contemplaba usar *Screenflick*, un software muy interesante que permite grabar una pantalla o ventana de un ordenador portátil Apple junto con la imagen del locutor captada por la cámara del ordenador integrando los sonidos del sistema. Sin embargo, al ser de pago y al no recibir este proyecto la financiación solicitada, se desestimó.

- *Integración de contenidos.*

Los contenidos generados se han integrado en *Studium*, con enlaces a la aplicación *Edpuzzle* o a *Google Drive*. También se ha usado la plataforma *Replit* (<https://replit.com/>) para su uso en la metodología de Aprendizaje Colaborativo.

- *Evaluación de contenidos.*

Se ha utilizado *Edpuzzle*, así como cuestionarios en *Studium* para obtener retroalimentación sobre las píldoras audiovisuales. Además, se han usado las aplicaciones *Poll Everywhere* y *Kahoot!* Para realizar preguntas y encuestas en tiempo real, y que han permitido hacer un seguimiento en las clases presenciales. También se ha usado la herramienta de *formularios de Google* para hacer la encuesta a los profesores.

4. Metodología

El proyecto ha seguido la metodología contemplada en la propuesta inicial:

Organización de tareas

T1. Valoración y replanteamiento de cada asignatura. [Objetivo O1]

Antes del inicio de cada cuatrimestre se realizó un estudio para decidir qué metodología (Aula Invertida/Aprendizaje Colaborativo) y en qué grado, se implantaba en cada asignatura, respetando las fichas y adendas de cada una de ellas. Para ello se estableció un grupo de trabajo con el coordinador y cinco profesores más, uno por asignatura, tal y como se especifica en la Tabla 1.

Asignatura	A1	A2	A3	A4	A5
Responsable	Enrique Conejero	Carlos Hernández	Luis Plaja	Julio San Román	Javier Rodríguez
Asignatura	A6	A7	A8	A9	A10
Responsable	Javier Rodríguez	Javier Rodríguez	Carolina Romero	Carolina Romero	Carolina Romero

Tabla 1. Grupo de trabajo formado por los responsables de cada asignatura.

Los resultados del estudio, y de las reuniones del grupo de trabajo (una antes de cada cuatrimestre), se plasman en el siguiente cuadro, donde se especifica qué metodología y en qué grado se usará en cada una de las asignaturas.

Primer cuatrimestre
<p>A1: 100823 - Óptica I, asignatura obligatoria de tercer curso del Grado en Física Metodología: Aula Invertida Comentarios: los temas en los cuales se aplique el Aula Invertida se decidirán en función de la marcha de la pandemia, que condiciona el tipo de docencia. Inicialmente se decidió repetir el esquema del curso anterior, introduciendo los contenidos teóricos mediante vídeos en un esquema de Aula Invertida y dejando las horas presenciales de clase de los dos grupos que se alternaban presencialmente para resolver dudas y problemas.</p>
<p>A5: 304317 - Introducción a la Interacción Láser-Materia, asignatura obligatoria del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres Metodología: Aula Invertida y Aprendizaje Colaborativo Comentarios: la asignatura consta de bloques teóricos y bloques de resolución de problemas. Se aprovecha esta distinción para implementar las dos metodologías contempladas en este proyecto de innovación docente. Por un lado, se propone implementar Aula Invertida en el bloque de contenidos de materiales anisótropos, elaborando píldoras audiovisuales que los estudiantes deberán visualizar antes de las clases presenciales, que se aprovecharán para aplicar los contenidos visualizados en las píldoras. Por otro lado, se decide implementar la estrategia de Aprendizaje Colaborativo en la resolución de problemas de los bloques de multicapas y óptica no</p>

lineal, aprovechando que muchos de esos conceptos ya se han visto en el grado, y que por tanto son familiares para los estudiantes, facilitando su exposición en clase.

A6: 304319- Métodos Computacionales en Óptica, asignatura obligatoria del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Metodología: Aprendizaje Colaborativo.

Comentarios: Esta asignatura dispone de cuatro bloques de programación en distintos lenguajes de programación: C, Mathematica, Matlab y Python. Puesto que la mayoría de estudiantes suele llegar a la asignatura con conceptos previos de C, se decide aplicar la metodología de Aprendizaje Colaborativo en este bloque. Para ello se propone realizar una práctica colaborativa mediante la plataforma Replit (<https://replit.com/>), un entorno de desarrollo gratuito que permite crear programas en C de forma colaborativa directamente desde el navegador web, sin necesidad de instalar ningún programa.

A8: 104100 - Física I, asignatura básica de primer curso del Grado en Ingeniería Química

Metodología: Aprendizaje Colaborativo

Comentarios: en esta asignatura de primer curso es fundamental la resolución de problemas prácticos. Una de las peticiones recursiva por parte del alumnado en cursos anteriores era la puesta a disposición de una mayor cantidad de problemas resueltos. Para ello se propone en este curso implantar la metodología de Aprendizaje Colaborativo mediante el cual se propone la elaboración de vídeos explicativos en grupos de estudiantes. Estos videos se subirán a la plataforma de Studium para el estudio del resto de compañeros, de manera que la participación se valora positivamente para la evaluación.

Segundo cuatrimestre

A2: 100829 - Óptica II, asignatura obligatoria de tercer curso del Grado en Física

Metodología: Aula Invertida

Comentarios: esta asignatura se desarrollará íntegramente con metodología de Aula Invertida. Para ello se elaborarán píldoras audiovisuales con los conceptos teóricos de la asignatura, que los estudiantes deberán visualizar antes de las clases presenciales. Estas píldoras se integrarán en la herramienta EdPuzzle, y contendrán preguntas, cuya información utilizarán los docentes antes de las sesiones presenciales. De esta forma las sesiones se dedicarán a abordar y resolver problemas, y se usará la herramienta de PollEverywhere para comprobar el aprovechamiento de la asignatura. Se detecta que la herramienta EdPuzzle solo permite integrar 10 videos en su versión gratuita. Al ser insuficiente para acoger las píldoras de toda la asignatura, y al haber sido denegada la financiación para este proyecto, se acuerda que los costes correrán a cargo del profesorado.

A3: 100851 - Óptica Coherente, asignatura optativa de cuarto curso del Grado en Física

Metodología: Aula Invertida y Aprendizaje Colaborativo

Comentarios: la asignatura consta de clases de laboratorio y clases magistrales. Se ha aprovechado esta separación natural de la asignatura para implementar ambas metodologías de Aula Invertida y Aprendizaje Colaborativo. Se decide implementar la

metodología de Aula Invertida en las clases de laboratorio mediante la elaboración de una *guía práctica de descubrimiento*. En las clases magistrales se crean grupos de estudiantes que se encargarán de preparar cada semana una exposición sobre contenidos de la asignatura, implementando de esta manera la metodología de Aprendizaje Colaborativo.

A4: 304335 - Laboratorio de láseres intensos, asignatura optativa del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Metodología: Aula Invertida

Comentarios: una parte de esta asignatura consta de un laboratorio virtual, que consta de dos prácticas de simulación. Se identifica que el desarrollo de estas prácticas virtuales puede mejorarse implementando la metodología de Aula Invertida. Para ello se elaborarán píldoras audiovisuales que los estudiantes han de visualizar con antelación a las prácticas, de cara a aprovechar el tiempo de clase para realizar los experimentos virtuales en presencia del profesor.

A7: 304330 - Aplicaciones de los láseres al procesado y a la caracterización de materiales, asignatura optativa del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Metodología: Aula Invertida

Comentarios: en esta asignatura optativa del Máster, se decidió aplicar la metodología de Aula Invertida en uno de los bloques de contenidos “Micro-procesado de dieléctricos transparentes con pulsos de femtosegundos”, que posteriormente se usan en las prácticas de laboratorio de procesado de materiales mediante láseres de pulsos ultracortos. Para ello se propone realizar una serie de píldoras audiovisuales mediante la herramienta de *Google Meet* para que visualicen los alumnos antes de la sesión presencial. En la sesión presencial se trabajaron los conceptos más relevantes, y las dudas que surgieron a los estudiantes en las visualizaciones de los videos.

A9: 104105 - Física II, asignatura básica de primer curso del Grado en Ingeniería Química

Metodología: Aprendizaje Colaborativo

Comentarios: en esta asignatura del Grado en Ingeniería Química, se decidió abordar un aspecto muy interesante del Aprendizaje Colaborativo, y es con la involucración del profesor. Se propone en ciertas sesiones de aula, organizar a los alumnos en grupos para exponerles un problema que han de resolver, pudiendo acudir al profesor para guiarles.

10: 104004 - Física II, asignatura básica de primer curso del Grado en Química

Metodología: Aula Invertida

Comentarios: en esta asignatura del Grado en Química, se decide implementar la metodología de Aula Invertida en las prácticas de laboratorio. Para ello, se planifica la elaboración de diversas píldoras audiovisuales que los alumnos han de visualizar antes de hacer la práctica. Siguiendo la filosofía de Aula Invertida, se insta a que los contenidos de las píldoras no se repitan al comienzo de las prácticas, sino que se incida en los conceptos que los estudiantes hayan entendido peor.

Como se puede observar, en las asignaturas contempladas hay un equilibrio entre aquellas que se decantan por utilizar la metodología de Aula Invertida (bien en su totalidad o parcialmente), y aquellas que se decantan por utilizar Aprendizaje Colaborativo.

En este punto también cabe identificar el profesorado final de cada asignatura, indicado en la Tabla 2.

Asignatura	A1	A2	A3	A4	A5
Profesores	Enrique Conejero Iñigo Sola	Carlos Hernández Alba de las Heras	Luis Plaja	Julio San Román	Javier Rodríguez Carolina Romero Warein Holgado
Asignatura	A6	A7	A8	A9	A10
Profesores	Javier Rodríguez F. Javier Serrano	Javier Rodríguez Pablo Moreno	Carolina Romero Victor W. Staels	Carolina Romero	Carolina Romero

Tabla 2. Distribución de los integrantes del proyecto en las distintas asignaturas.

T2. Elaboración de material docente para su aplicación en metodología de Aula Invertida: de trabajo en casa y docente de aula [O2, O3, O4 y O5]

Una vez realizado el informe preliminar, los profesores de cada asignatura procedieron a diseñar los contenidos para implementar las metodologías establecidas. Primero se identificaron los conceptos a explicar, para posteriormente establecer las preguntas que los estudiantes deberían de ser capaces de responder tras la visualización de contenidos en casa (en el caso de Aula Invertida), o tras las exposiciones (en el caso de Aprendizaje Colaborativo). Con esta información, cada profesor responsable realizó una planificación sobre los contenidos que abordaría en las clases presenciales. Se fomentó que esta planificación se comunicase a los estudiantes semana por semana.

En la figura 1 se muestra a modo de ejemplo uno de los mensajes de planificación enviados por los profesores (en concreto, el de la semana 2) en la asignatura de Óptica II, donde se implementó Aula Invertida:



Contenido semana 2, 14 de febrero

de CARLOS HERNÁNDEZ GARCÍA - miércoles, 9 de febrero de 2022, 14:58

Buenos días,

Antes de nada, os agradezco la buena predisposición que estáis teniendo para llevar a cabo la asignatura en modo de Aula Inversa, donde una mayoría de vosotros ha visualizado los videos antes de las sesiones presenciales.

En la próxima semana los contenidos que veremos en Óptica II son los siguientes:

- **Videos en casa:** tenéis los siguientes 4 videos en EdPuzzle. Os recomiendo que, al menos, veais los tres primeros antes del lunes, y el cuarto antes del martes.

- Tema 1 Anisótropos - Video 4 - Ecuación de Fresnel [10 min 50 seg]

- Tema 1 Anisótropos - Video 5 - Birrefringencia y Refracción cónica [11 min 26 seg]

- Tema 1 Anisótropos - Video 6 - Medios uniáxicos I [11 min 08 seg]

- Tema 1 Anisótropos - Video 7 - Medios uniáxicos II [11 min 02 seg]

- **Sesiones presenciales:** analizaremos las dudas que os surjan en los videos, incluyendo también las dudas que habeis tenido en los videos de esta semana. Resolveremos los ejercicios T2, T3 y P1 de la lista de problemas.

Importante: aquellos que no hayas entrado en EdPuzzle, debeis de hacerlo a través del siguiente enlace <https://edpuzzle.com/join/givakri> (que está disponible en la página de Óptica II de Studium), registrándoos con una cuenta de Google, que deberá de ser la de la USAL.

Además, ya tenéis disponibles en Studium los apuntes del seminario de Anisotropía que ha explicado Alba hoy.

Saludos,
Carlos

Figura 1. Ejemplo de mensaje de planificación enviado a los estudiantes en la asignatura de Óptica II.

Otro ejemplo, en este caso en la asignatura de Óptica I, donde también se implementó Aula Invertida, se muestra a continuación:

Hola a todos:

El plan para la semana que viene es el siguiente:

Grupo I: El lunes comenzaremos a resolver los problemas del Tema I. El martes habrá un seminario sobre series y transformada de Fourier.

Grupo II: El miércoles haremos una pequeña introducción a lo que entendemos por óptica y su historia. El jueves comenzaremos a resolver los problemas del Tema I.

Como hablamos en clase, el estudio de la teoría del tema I corre de vuestra cuenta en las horas no presenciales. Las dudas que tengáis también las resolveremos en clase. Respecto a los problemas, son bastante sencillos, os recomiendo que intentéis resolverlos por vuestra cuenta antes de que lo hagamos en clase.

Un saludo y buen fin de semana,

Figura 2. Ejemplo de mensaje de planificación enviado a los estudiantes en la asignatura de Óptica I.

Finalmente se muestra un tercer ejemplo, en este caso en la asignatura de Métodos Computacionales en Óptica, donde se implementó Aprendizaje Colaborativo:

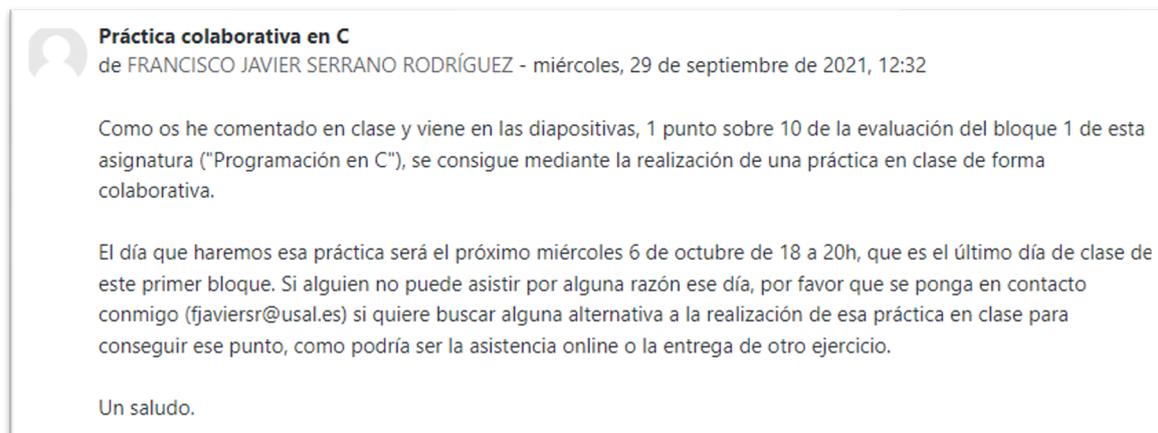


Figura 2. Ejemplo de mensaje de planificación enviado a los estudiantes en la asignatura de Métodos Computacionales en Óptica.

T3. Propuesta de trabajo para la implantación de Aula Aprendizaje Colaborativo [O5, O6 y O7]

Una vez realizada la reunión de planificación, en aquellas asignaturas donde se decidió implantar Aprendizaje Colaborativo, los profesores (ver Tabla 2) establecieron qué temas/prácticas/problemas eran susceptibles de ser presentados o realizados por los estudiantes en modo de Aprendizaje Colaborativo. En el propio informe mostrado en el cuadro del apartado T1 se indican qué temas, prácticas o problemas se ofrecen a los estudiantes. Se establecen grupos de estudiantes (mínimo 2 y máximo 5, dependiendo de la asignatura), a los cuales, en general, se les dejará escoger su temática de presentación. No es el caso de la asignatura de Métodos Computacionales en Óptica, donde se establecen una práctica común a todos los estudiantes. Además, en cada asignatura se establecen una serie de fechas de exposición de los temas en clase. Existe una variedad de fechas en función de la asignatura. Por ejemplo, en Óptica Coherente se establece que haya presentaciones todas las semanas, mientras que en Física I se permite exponer problemas en cualquier momento hasta dos semanas antes de la evaluación final.

T4. Evaluación [Todos los objetivos]

La evaluación es una parte fundamental en ambas metodologías. Para Aula Invertida, se establece que se tengan en cuenta las preguntas realizadas en las píldoras audiovisuales por parte de estudiantes, para evaluar los contenidos aprendidos en casa. Cabe destacar que estas preguntas no son usadas tanto para evaluación como para establecer qué contenidos hay que reforzar en las clases presenciales. Por otro lado, en las mismas clases presenciales se realizan preguntas (tipo *Poll Everywhere*) para evaluar la asimilación de conceptos.

En Aprendizaje Colaborativo, en la mayoría de las asignaturas se evalúa la exposición de los conceptos por parte de los estudiantes. En Métodos Computacionales en Óptica se evalúa la contribución de cada estudiante a la práctica colaborativa. En Física I, donde se

hace un especial hincapié en la elaboración de píldoras audiovisuales por parte de los estudiantes, se valora muy positivamente la elaboración de vídeos por parte de los estudiantes.

Se decide unánimemente entre los responsables de las asignaturas que todos estos aspectos se vean reflejados directamente en la evaluación continua, que en ninguno de los casos supera el 40% del total de la asignatura.

Durante el transcurso de cada asignatura se hacen encuestas a los estudiantes que permiten valorar a los profesores la correcta implantación de la metodología (ver Anexo).

T5. Reuniones de coordinación y seguimiento.

Durante cada semestre se realizaron dos reuniones de coordinación y seguimiento con los miembros del grupo de trabajo (ver Tabla 1). Cabe resaltar que **la primera reunión no se hizo hasta que el proyecto de innovación docente fue aceptado** (29 de octubre de 2021), a pesar de que la docencia ya había comenzado. Las fechas y contenidos de las reuniones fueron:

- *2 de noviembre de 2021*: Se establecen los contenidos del cuadro de asignaturas del primer cuatrimestre (A1, A5, A6 y A8) presentado en el apartado T2. También se decide cambiar la asignatura A4, originalmente Fotónica, por Laboratorio de Láseres Intensos, debido al número de estudiantes matriculados. No se considera un problema, ya que la coordina el mismo profesor, D. Julio San Román.

- *20 de enero de 2022*: Se valora el desarrollo de las metodologías implementadas en las asignaturas del primer cuatrimestre. Se destaca la buena acogida por parte de los estudiantes, lo cual anima a los profesores de las asignaturas del segundo cuatrimestre. Se establecen los contenidos del cuadro de asignaturas del segundo cuatrimestre (A2, A3, A4, A7 y A9) presentado en el apartado T2.

- *16 de marzo de 2022*: Se valora el desarrollo de las metodologías implementadas en las asignaturas del segundo cuatrimestre. La valoración en general es positiva, con una alta participación por parte de los estudiantes.

- *28 de junio de 2022*: reunión final para elaborar el presente informe. Cabe destacar que en las asignaturas del segundo semestre **no se pudo valorar la evaluación de los resultados, debido a que la fecha obligatoria de entrega de este informe (30 de junio de 2022) coincide con la fecha de cierre de actas de la Facultad de Ciencias**, y por tanto a fecha de 28 de junio no se conocían los resultados finales de muchas de las asignaturas donde se desarrolló este proyecto.

Metodología docente

Se han empleado dos metodologías existentes en el panorama educativo, que forman el grueso de este proyecto de innovación docente, y cuya implantación requiere de un uso adecuado de contenidos y recursos audiovisuales.

1. *Flipped Learning o Aula Invertida*. El modelo de aula Invertida es un modelo de enseñanza flexible en el que se invierte el modelo tradicional, trasladando la explicación de conceptos a casa (online) y su aplicación al aula (presencial). La intención de este proyecto es adecuar contenidos o incluso asignaturas completas (ver apartado T2) a la estrategia de Aula Invertida. Se considera crear o adaptar píldoras audiovisuales de máximo 15 minutos, en las cuales se planteen cuestiones a los estudiantes. Posteriormente, la resolución de los problemas se desarrollará en clases presenciales. La correcta aplicación de la metodología requiere de *feedback* de los estudiantes previo a las clases presenciales, para que el profesor pueda saber de antemano qué conceptos se han entendido y cuáles no. Para ello, planteamos realizar una serie de preguntas en los vídeos, de manera que si el 75% de los estudiantes han respondido correctamente, no se abordará ese concepto en la clase presencial.
2. *Aprendizaje Colaborativo*: Se trata de una técnica de aprendizaje basada en la cooperación entre el profesor y el estudiante. En las asignaturas de carácter teórico con un elevado número de estudiantes, se propondrán actividades de tipo complementario en las que los estudiantes han de enfrentarse a casos prácticos de cierta complejidad, para que terminen elaborando un cierto material didáctico (presentación, vídeo) que se pondría a disposición del resto de estudiantes (ver apartado T2). Estos a su vez deben consultarlos y corregirlos o ampliarlos en la medida de lo posible. En el caso de asignaturas de menor número de alumnos, además de esta metodología proponemos que los estudiantes, por grupos, trabajen en la preparación de algunos temas de ampliación para su posterior exposición en clase. Los estudiantes que expongan han de procurar especialmente la participación e interacción con el resto de alumnos.

En el capítulo de metodología, hemos trabajado en varios aspectos:

- Diseño y ejecución de contenidos.
 - Elaboración de píldoras audiovisuales con feedback, en entornos como EdPuzzle.
 - Elaboración de preguntas con dispositivos móviles (tipo Poll Everywhere) para desarrollar en las clases presenciales.
 - Elaboración de prácticas colaborativas, en entornos como Replit (<https://replit.com/>).
 - Elaboración de encuestas.
- Integración de contenidos. Principalmente en Studium o en EdPuzzle.
- Evaluaciones. Véase su apartado más abajo.
- Organización. Se ha detallado previamente en el apartado de tareas.

Temporización

El proyecto ha cubierto los dos cuatrimestres, con cuatro asignaturas involucradas en el primero y seis en el segundo. Se ha repetido el mismo esquema temporal en cada cuatrimestre. Las primeras actividades comenzaron a finales de octubre, tras conocer la aceptación de este proyecto de innovación docente. A pesar de ello, varios profesores ya habían comenzado a implantar esta metodología (por ejemplo, en las asignaturas de Óptica I o Física I), independientemente de la obtención de este proyecto. En cada cuatrimestre, se preparó la metodología (T1) y los contenidos (T2). Los contenidos fueron integrados (T3), y se procedió a realizar las distintas evaluaciones (T4). Por último, se desarrollaron una serie de reuniones de seguimiento (T5).

Primer semestre: asignaturas A1, A5, A6, A8

Tareas	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
T1						
T2						
T3						
T4						
T5						

Tabla 3. Cronograma del proyecto en el primer cuatrimestre.

Segundo semestre: asignaturas A2, A3, A4, A6, A9, A10

Tareas	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
T1					
T2					
T3					
T4					
T5					

Tabla 4. Cronograma del proyecto en el segundo cuatrimestre.

5. Actividades desarrolladas

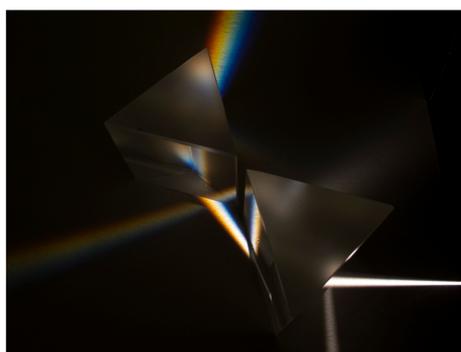
En esta sección se presentan las acciones desarrolladas en el contexto del presente proyecto, desglosadas por asignaturas.

A1: 100823 - Óptica I, asignatura obligatoria de tercer curso del Grado en Física

Contexto de la asignatura:

Asignatura de carácter obligatorio de tercer curso del Grado en Física impartida por profesorado del área de Óptica durante el primer cuatrimestre. El presente curso ha habido 72 estudiantes matriculados (en acta).

La asignatura tuvo dos partes: La primera (hasta el tema 3) fue impartida en formato de aula invertida. La segunda (temas 4 a 7) fue impartida de forma convencional.



ÓPTICA I

Enrique Conejero Jarque

Íñigo Sola Larrañaga

-  Novedades 2021-2022
-  Recursos online
-  Polleverywhere

Figura 3. Página de Studium de la asignatura de Óptica I.

Metodología empleada en el contexto de este proyecto de innovación docente:

Aula Invertida

T1) Planificación docente

La asignatura se planificó para repetir el esquema de Aula Invertida que se había utilizado el curso anterior con motivo de la pandemia. Se prepararon vídeos con las explicaciones de carácter teórico para que los estudiantes pudieran trabajar los conceptos por su cuenta antes de acudir a clase, reservando las horas presenciales para aclarar dudas y resolver problemas.

Alternativamente, se dejó todo listo para volver a un esquema de docencia convencional si se recuperaba la normalidad en el aula (asistencia de grupo completo sin restricciones especiales).

T2) Elaboración de contenidos

La gran mayoría de contenidos estaban elaborados desde el curso anterior. Se modificó alguno de los vídeos para corregir errores o aclarar mejor algunas explicaciones, y se prepararon preguntas para hacer un control del seguimiento de la asignatura por parte de los estudiantes, en la plataforma PollEverywhere.

1. Ecuaciones de ondas y sus soluciones. Ondas electromagnéticas.

En este tema repasaremos conceptos básicos de ondas para luego tratar de forma específica las ondas electromagnéticas a partir de las ecuaciones de Maxwell.

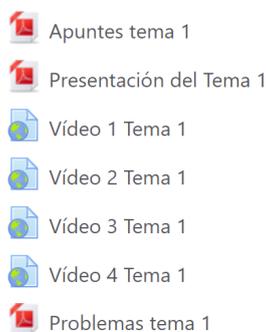


Figura 4. Contenidos audiovisuales disponibles en Studium en el Tema 1 de Óptica I.

T3) Desarrollo de la metodología de Aula Invertida/Aprendizaje Colaborativo

Como ya se ha comentado, se empleó la metodología de Aula Invertida durante la primera parte de la asignatura, mientras los estudiantes tuvieron que asistir a clase en dos grupos de forma alternativa. Durante esta primera parte la asignatura se desarrolló de forma normal, sin que se observara ningún problema relevante. De hecho, tras la experiencia del curso anterior y la experiencia de los propios estudiantes, que ya conocían este tipo de metodología de otras asignaturas, nuestra impresión es que su seguimiento de la asignatura fue mejor que el año anterior.

Cuando se recuperó la presencialidad total en el aula, recuperamos el esquema de docencia convencional pre-pandemia, recuperando las clases de teoría de tipo magistral y no dejando a disposición de los estudiantes los vídeos preparados para los temas finales. Sí se mantuvieron las preguntas de control en el aula para observar el seguimiento de los estudiantes.

T4) Evaluación

En esta asignatura, la evaluación de las metodologías utilizadas no se realizó mediante una encuesta escrita sino a través de preguntas informales en el aula y contrastando los resultados obtenidos en las pruebas de evaluación de la asignatura.

De acuerdo con las respuestas de los estudiantes, mayoritariamente preferían el esquema de clases convencionales de la segunda parte de la asignatura ya que así “entendían mejor los conceptos teóricos”. Por el contrario, la mayor ventaja del esquema de Aula Invertida era poder contar con las explicaciones en vídeo para poder seguirlas en cualquier momento.

Respecto a los resultados de la asignatura, se observó que fueron mejores en las actividades de evaluación relacionadas con los primeros temas, en los que se utilizó el esquema de Aula Invertida, pero es cierto que, en conjunto, la complejidad de estos temas era menor que la de los correspondientes a la segunda parte de la asignatura.

A2: 100829 - Óptica II, asignatura obligatoria de tercer curso del Grado en Física

Contexto de la asignatura:

Asignatura de carácter obligatorio de 3º de Grado en Física que se imparte durante el segundo cuatrimestre, y toma como punto de partida los conocimientos adquiridos en Óptica I y Laboratorio de Óptica, impartidas durante el primer cuatrimestre. Las clases se dividen en “clases teóricas” o de grupo completo, (3 horas por semana) y “clases de seminario” (1 hora por semana), donde se dividen los alumnos en dos grupos. Está impartida por dos profesores del área de Óptica del Departamento de Física Aplicada, Carlos Hernández García y Alba de las Heras Muñoz. Durante el curso 21-22, la asignatura cuenta con 76 estudiantes matriculados.

Metodología empleada en el contexto de este proyecto de innovación docente:

Aula Invertida

T1) Planificación docente

La asignatura cuenta con tres bloques diferenciados: (1) Óptica de medios anisótropos y óptica no lineal; (2) Óptica geométrica; (3) Radiometría, fotometría, el láser, fibras ópticas y el ojo humano. Se han dedicado 5 semanas de docencia para cada uno de los bloques.

En cada semana, se han impartido 4 horas de docencia presencial (3 de clases teóricas y una de clase de seminarios). Los profesores han desarrollado la totalidad de la asignatura en modelo de Aula Invertida. Para ello, se han elaborado píldoras docentes, de duración máxima 10 minutos, con los contenidos teóricos de la asignatura. Estas píldoras incluyen preguntas sencillas en dos modalidades (respuesta múltiple y respuesta abierta), que los estudiantes debían de visualizar (y responder) antes de que se trabajasen sus contenidos en las clases presenciales. De esta forma, el desarrollo de Aula Invertida se realizó de la siguiente manera:

- Con una semana de antelación, los profesores indicaban mediante un mensaje de Studium las píldoras que serían necesarias visualizar antes de las clases presenciales (ver Figura 2). De esta forma los estudiantes tenían tiempo suficiente para visualizar en casa estas píldoras.

- Antes de las clases presenciales, los profesores analizaban las respuestas de los estudiantes en las píldoras, de cara a identificar los conceptos que habían sido entendidos, y los que no.
- En las clases presenciales los profesores trabajaban los conceptos explicados en los videos directamente en la resolución de problemas. El *feedback* previo de los estudiantes permitía identificar en qué conceptos hacía falta pararse más a explicar. Durante las clases presenciales se planteaban problemas que los alumnos tenían que resolver en las mismas. De esta forma, se buscaba que el trabajo de los estudiantes en casa se limitase a la visualización de videos, y en clase, a enfrentarse a resolver problemas.
- En las clases de seminario se estudiaban aquellos problemas o conceptos que se habían entendido peor, y se desarrollaban una serie de prácticas magistrales que ayudasen a afianzar los conceptos trabajados.

T2) Elaboración de contenidos

Para desarrollar la metodología de aula invertida, se han elaborado las siguientes. En las figuras 4, 5 y 6 se muestran las distintas píldoras audiovisuales en la plataforma EdPuzzle. Además de poder ver la duración de las mismas, se puede ver el porcentaje de alumnos que las visualizó totalmente (a la derecha del todo).

Assignment	Start date	Due date	Turned in
 Tema 2 Optica No Lineal - Video 4 44 new answers	March 2nd	No due date	42 of 70
 Tema 2 Optica No Lineal - Video 3 55 new answers	March 2nd	No due date	53 of 70
 Tema 2 Optica No Lineal - Video 2 51 new answers	March 2nd	No due date	51 of 70
 Tema 2 Optica No Lineal - Video 1 52 new answers	Feb. 23rd	No due date	47 of 71
 Tema 1 Anisotropos - Video 12 47 new answers	Feb. 23rd	No due date	46 of 70
 Tema 1 Anisotropos - Video 11 47 new answers	Feb. 16th	No due date	47 of 70
 Tema 1 Anisotropos - Video 10	Feb. 16th	No due date	58 of 71
 Tema 1 Anisotropos - Video 9 55 new answers	Feb. 16th	No due date	55 of 70
 Tema 1 Anisotropos - Video 8	Feb. 16th	No due date	55 of 70
 Tema 1 Anisotropos - Video 7 52 new answers	Feb. 9th	No due date	48 of 71
 Tema 1 Anisotropos - Video 6	Feb. 9th	No due date	59 of 70
 Tema 1 Anisotropos - Video 5	Feb. 9th	No due date	56 of 70
 Tema 1 Anisotropos - Video 4	Feb. 9th	No due date	58 of 71
 Tema 1 Anisotropos - Video 3 58 new answers	Feb. 7th	No due date	58 of 70
 Tema 1 Anisotropos - Video 2	Feb. 7th	No due date	60 of 70
 Tema 1 Anisotropos - Video 1	Feb. 7th	No due date	59 of 71

Figura 5. Contenidos audiovisuales disponibles en EdPuzzle en el Bloque 1 de Óptica II, compuesto por 16 videos.

Assignment	Start date	Due date	Turned in
 Tema 4 Optica Geometrica/Imagen - Video 11 40 new answers	April 20th	No due date	40 of 70
 Tema 4 Optica Geometrica/Imagen - Video 10 79 new answers	April 20th	No due date	37 of 70
 Tema 4 Optica Geometrica/Imagen - Video 9 249 new answers	April 6th	No due date	46 of 70
 Tema 4 Optica Geometrica/Imagen - Video 8	April 6th	No due date	51 of 70
 Tema 4 Optica Geometrica/Imagen - Video 7 97 new answers	March 30th	No due date	46 of 70
 Tema 4 Optica Geometrica/Imagen - Video 6	March 30th	No due date	51 of 70
 Tema 4 Optica Geometrica/Imagen - Video 5	March 24th	No due date	45 of 70
 Tema 4 Optica Geometrica/Imagen - Video 4	March 24th	No due date	49 of 70
 Tema 4 Optica Geometrica/Imagen - Video 3	March 24th	No due date	50 of 70
 Tema 4 Optica Geometrica/Imagen - Video 2 50 new answers	March 24th	No due date	50 of 71
 Tema 4 Optica Geometrica/Imagen - Video 1 97 new answers	March 24th	No due date	47 of 70
 Tema 3 Optica Geometrica - Fundamentos - Video 3 44 new answers	March 16th	No due date	44 of 70
 Tema 3 Optica Geometrica - Fundamentos - Video 2 52 new answers	March 16th	No due date	51 of 71
 Tema 3 Optica Geometrica - Fundamentos - Video 1	March 9th	No due date	51 of 71

Figura 6. Contenidos audiovisuales disponibles en EdPuzzle en el Bloque 1 de Óptica II, compuesto por 14 videos.

Assignment	Start date	Due date	Turned in
 Tema 8 El ojo 20 new answers	May 12th	No due date	 20 of 70
 Tema 7 Fibras ópticas - Video 3	May 12th	No due date	 27 of 70
 Tema 7 Fibras ópticas - Video 2	May 12th	No due date	 27 of 70
 Tema 7 Fibras ópticas - Video 1	May 12th	No due date	 33 of 70
 Tema 6 El laser - Video 2	May 12th	No due date	 36 of 70
 Tema 6 El laser - Video 1	May 12th	No due date	 41 of 70
 Tema 5 Radiometria y Fotometria - Video 5 76 new answers	May 4th	No due date	 35 of 70
 Tema 5 Radiometria y Fotometria - Video 4 90 new answers	May 4th	No due date	 42 of 70
 Tema 5 Radiometria y Fotometria - Video 3 42 new answers	May 4th	No due date	 42 of 70
 Tema 5 Radiometria y Fotometria - Video 2 42 new answers	April 27th	No due date	 42 of 70
 Tema 5 Radiometria y Fotometria - Video 1 46 new answers	April 27th	No due date	 44 of 70

Figura 7. Contenidos audiovisuales disponibles en EdPuzzle en el Bloque 1 de Óptica II, compuesto por 11 videos.

También se han realizado una serie de videos específicos para la aplicación práctica de los conceptos desarrollados en las píldoras teóricas, que se han integrado en Studium:

Tema 1 Anisótropos – Video Resumen sobre cómo abordar los problemas de medios anisótropos

Tema 3 Fundamentos de Óptica geométrica – Video de introducción a los problemas y resolución del problema 1

Tema 4 – Tutorial sobre lentes delgadas

Tema 4- Tutorial sobre trazado de rayos con lentes delgadas

Finalmente, se ha completado el material con diapositivas de clase, [el canal de Youtube OSAL Chapter](#), scripts interactivos de Mathematica, enlaces a páginas web, bibliografía y varios vídeos sobre resolución de problemas realizados por los estudiantes.

T3) Desarrollo de la metodología de Aula Invertida

En las figuras 5, 6 y 7 donde se muestran las píldoras realizadas, en la parte derecha se puede observar el número de alumnos que han visualizado cada píldora. Resulta interesante que en torno a 40 alumnos de 76 matriculados, de los que 45 que asistían habitualmente a clase, han visualizado las píldoras.

Ha sido muy relevante la participación de los alumnos en las preguntas realizadas en las píldoras, ya que permitían a los profesores establecer los contenidos de las clases presenciales. Dentro de esas preguntas, se han dado diversas casuísticas. En primer lugar, en las preguntas de respuesta múltiple se podían observar casos donde la mayoría de los estudiantes había asimilado bien los conceptos con la visualización de la píldora, como se muestra en la figura 8.

En un medio uniaxial...

Preview video

Answers by students

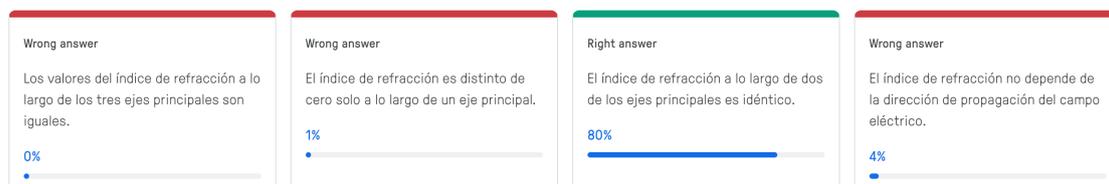


Figura 8. Ejemplo de pregunta de respuesta múltiple insertada en una píldora audiovisual. En este caso el alto porcentaje de aciertos asegura la asimilación del contenido por el que se pregunta. Nótese que el porcentaje total no es 100% ya que hay estudiantes inscritos en la plataforma EdPuzzle que no visualizaron los videos.

Y otros casos, como la figura 9, donde las respuestas no fueron tan satisfactorias, y por tanto permitían identificar qué contenidos había que profundizar en las clases presenciales.

¿Qué busco obtener de la ecuación de Fresnel?

Answers by students

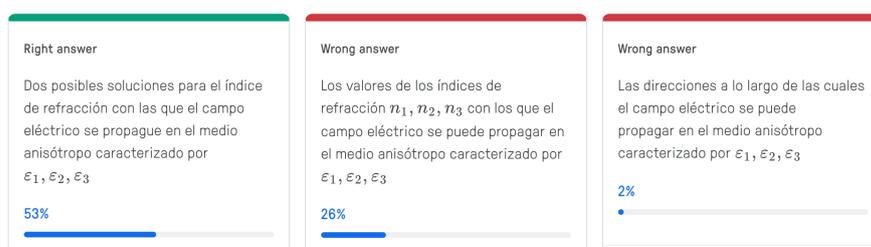


Figura 9. Ejemplo de pregunta de respuesta múltiple insertada en una píldora audiovisual. En este caso el porcentaje de aciertos no asegura la asimilación del contenido por el que se pregunta, por lo que se reforzará en la clase presencial. Nótese que el porcentaje total no es 100% ya que hay estudiantes inscritos en la plataforma EdPuzzle que no visualizaron los videos.

También se realizaron preguntas donde expresamente se preguntaba si el estudiante había entendido el contenido de la píldora, como en la figura 10.

¿Has entendido por qué n^2 no es lo mismo que $n_x^2 + n_y^2 + n_z^2$?

Answers by students

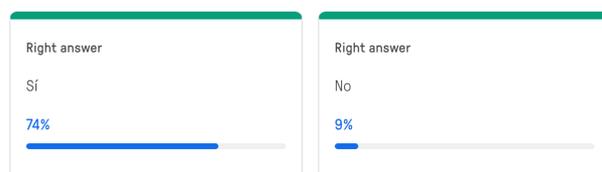


Figura 10. Ejemplo de pregunta de respuesta múltiple insertada en una píldora audiovisual, donde se pregunta directamente si se han asimilado los conceptos. Nótese que el porcentaje total no es 100% ya que hay estudiantes inscritos en la plataforma EdPuzzle que no visualizaron los videos.

Y al final de cada bloque de 2/3 píldoras, se realizaba una pregunta abierta al estudiante para que señalase los conceptos que le gustaría trabajar en clase, como por ejemplo en la figura 11.

Hasta aquí la Introducción a la Óptica No Lineal. Aprovecha esta pregunta abierta bien para indicar si hay algún concepto que no has entendido y te gustaría repasar en clase, o bien si hay algún concepto avanzado de los vistos en este último video sobre el cuál te gustaría saber un poco más.

Preview video



Figura 11. Ejemplo de pregunta abierta insertada en una píldora audiovisual. Se oculta el nombre de los estudiantes.

Este tipo de preguntas abiertas resultaron muy útiles para el profesorado, porque además permitieron fomentar la creatividad entre el alumnado, valorando muy positivamente las respuestas originales.

Durante las clases presenciales, los profesores trabajaron los conceptos aprendidos en las píldoras audiovisuales directamente en la realización de problemas. En general, la metodología consistió en proponer un problema, que los alumnos intentasen resolver, de manera que aprendiesen a afrontar los problemas, planteando sus dudas a los profesores.

A pesar de que buena parte del alumnado estaba contento con esta metodología, y se mostraba activo a la hora de participar en la realización de problemas, los profesores se encontraron con algunos casos en los que directamente se explicitaba: “es que no me apetece trabajar en clase a las 10 de la mañana”, o “es que como no he visto los videos, no lo voy a intentar”. A pesar de ello, resultaron ser casos aislados, y el funcionamiento de las clases fue adecuado, como muestran las encuestas realizadas a los estudiantes.

Durante los seminarios, además de resolver problemas para afianzar conceptos en el modo Aula Invertida, los profesores realizaron una serie de prácticas magistrales que ayudaron a asimilar conceptos: “dicroísmo”, “refracción cónica”, “emisores de radiación” y “fluorescencia y fosforescencia”.

T4) Evaluación

Para evaluar la asignatura, dentro de la evaluación continua se han tenido en cuenta la participación de los estudiantes en la plataforma EdPuzzle, y en las preguntas en clase mediante PollEverywhere. Aun así, se ha hecho hincapié que las preguntas de las píldoras audiovisuales en EdPuzzle formaban parte del aprovechamiento de la asignatura, y su objetivo no era que fuesen evaluables. La evaluación continua se ha completado con dos pruebas parciales presenciales.

Para evaluar la metodología docente, se realizaron dos encuestas a los estudiantes (ver apartado 8, anexos). En una primera encuesta, realizada tras el bloque 1 de contenidos, se lanzó una pregunta abierta para exponer las ventajas e inconvenientes que habían experimentado los estudiantes en el modelo de Aula Invertida (ver encuesta 8.1). Cabe destacar que de las 40 personas que contestaron, solo 2 indicaron expresamente que no les gustaba la metodología. En cambio, se recibieron numerosos comentarios positivos sobre la metodología empleada, lo cual animó al profesorado a continuar empleándola en el resto de bloques.

En una segunda encuesta, realizada tras el bloque 2 (ver encuesta 8.2), se preguntaron tres aspectos:

1. Sobre la idoneidad de la metodología de Aula Invertida, con resultados positivos al respecto.
2. Sobre la carga de trabajo personal derivada de esta metodología. Los resultados no desprenden una mayor carga de trabajo personal.
3. Sobre la idoneidad de esta metodología en otras asignaturas del Grado en Física. A pesar de que el formato ha resultado positivo en esta asignatura, no parece que los estudiantes desearan que se extendiese a otras asignaturas del Grado.

A3: 100851 - Óptica Coherente, asignatura optativa de cuarto curso del Grado en Física

Contexto de la asignatura:

La asignatura *Óptica Coherente* se imparte en el segundo trimestre del cuarto curso del Grado en Física. Se trata de una asignatura de 4.5 ECTS y carácter optativo. En el presente curso contamos con 19 matriculados. Los profesores responsables de la asignatura fueron Javier Rodríguez Vázquez de Aldana y Luis Plaja.

Metodología empleada en el contexto de este proyecto de innovación docente:

Aula Invertida y Aprendizaje Colaborativo

T1) Planificación docente

Antes del inicio del curso se realizaron una serie de reuniones entre los responsables de la asignatura y varios profesores del grupo de trabajo del presente proyecto, a fin de recabar ideas sobre la implantación de las actividades de Aula Invertida y Aprendizaje Colaborativo. Se concretaron varias actividades:

Aula Invertida de laboratorio.

Se dividieron los estudiantes en ocho grupos de dos personas y uno de tres. Los grupos acudían al laboratorio los viernes por la mañana para realizar una práctica de tipo general, que denominamos *descubrimiento* (ver apartados siguientes)

Grupo relator (Aprendizaje Colaborativo).

Se utilizó la misma organización de grupos que en el *Aula Invertida de laboratorio*. Cada semana los grupos deben preparar una breve exposición sobre los contenidos de las clases de la semana anterior. El primer día de clase de la semana, se elige uno de los grupos como *grupo relator*. El papel del *grupo relator* es el de exponer en clase el resumen que ha realizado en casa sobre los contenidos de clase de la semana anterior. El profesor intenta fomentar que la presentación no sea una mera exposición, si no que fomente al debate.

T2) Elaboración de contenidos

Aula Invertida de laboratorio.

Se elaboró una guía de laboratorio para orientar al estudiante en el desarrollo de la práctica en formato de Aula Invertida. A diferencia de una guía de laboratorio ordinaria, la guía de la *práctica descubrimiento* no presenta los contenidos necesarios para interpretar la práctica. Por el contrario, se indica al alumno qué tipo de montaje debe hacer y qué tipo de observaciones o medidas debe realizar. No se indica la relación entre sus observaciones y los contenidos de la asignatura, ya que este aspecto es el que el alumno deberá *descubrir* a lo largo del curso.

En la figura 12 se muestra a modo de ejemplo parte del contenido de la Práctica Descubrimiento, donde resaltan las preguntas realizadas a los estudiantes, un elemento clave de la metodología de Aula Invertida.

Grado en Física. Óptica Coherente

Para ello:

- 1- Comienza alineando el láser con el banco. Utiliza un diafragma para ello.
- 2- Coloca y alinea las lentes L3, L2, L1 y el objetivo de microscopio (por este orden).

PREGUNTA 1: ¿Por qué establecemos un orden para el alineado de las lentes?

Observa que las lentes son plano-convexas, con lo que la orientación es importante.

PREGUNTA 2: ¿cómo debes colocarlas? Elige la configuración correcta y explica por qué.

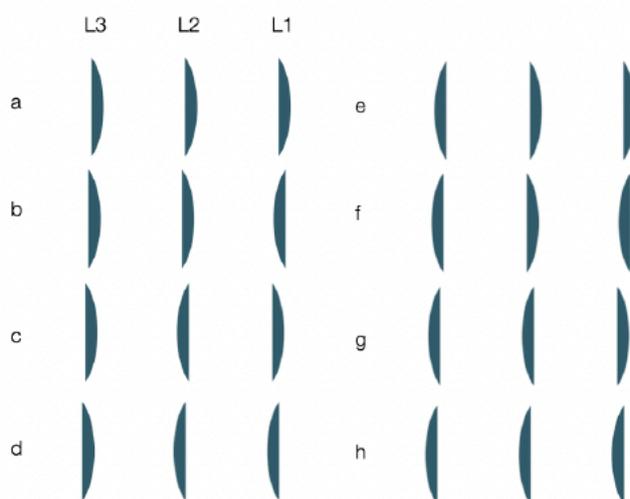


Figura 12. Ejemplo del contenido de la Práctica descubrimiento empleada en la metodología de Aula Invertida de la asignatura Óptica Coherente.,

Al final de curso, los grupos deben presentar un informe que incluya tanto sus observaciones como la interpretación física de éstas y la relación que tiene con los contenidos específicos de la asignatura.

Grupo relator (Aprendizaje Colaborativo).

Los grupos desarrollan sus trabajos a partir de los PDF de las diapositivas del profesor. A partir de ellos, los grupos desarrollan sus propias presentaciones del resumen de los contenidos. Cada semana, en el caso que el grupo sea elegido por sorteo, los miembros del grupo deberán exponer sus resúmenes al resto de sus compañeros.

T3) Desarrollo de la metodología de Aula Invertida/Aprendizaje Colaborativo

Aula Invertida de laboratorio.

Cada uno de los grupos debe presentarse en el laboratorio en una de las semanas del curso. La práctica dura dos horas, durante las cuales el profesor comparte la actividad con el

grupo. Se trata, pues, de una dedicación exclusiva por parte de los profesores al grupo. El papel del profesor es, básicamente, el de completar la guía, de modo que los estudiantes sepan qué tipo de observaciones deben realizar. Asimismo, el profesor se encargará de animar un debate sobre las observaciones, asegurándose que los estudiantes reparan en aquellos aspectos que se irán viendo a lo largo del curso. De esta manera, los estudiantes acuden al laboratorio sin introducción a la fenomenología, aprenden a observar. En las semanas siguientes, a medida que los contenidos se van impartiendo en la clase, tendrán que relacionar la materia impartida con las observaciones realizadas en el laboratorio.

Grupo relator (Aprendizaje Colaborativo).

La idea del grupo relator nos ha venido sugerida por las actividades docentes de la profesora Sonia Cabrera, que impartió literatura en el IES La Vaguada de la Palma (Salamanca) durante el curso 21-22.

Se utiliza la misma disposición de grupos que en la actividad de Aula Invertida de laboratorio. Todos los grupos deben prepararse cada semana una exposición de unos quince minutos sobre los contenidos de la asignatura de la semana anterior. La primera clase de la semana, se elige un grupo de forma aleatoria para realizar la exposición. El profesor intenta generar un debate, que evidencie las carencias de los alumnos en la comprensión de los contenidos y por tanto muestre vías de aprendizaje.

En la figura 13 se muestran la integración en Studium de las entregas de resúmenes.



Figura 13. Integración en Studium de las entregas asociadas a los resúmenes semanales.

T4) Evaluación

Aula Invertida de laboratorio.

Para la evaluación se atiende a

- Actitud e iniciativa durante la sesión del laboratorio
- Informe final, donde la calificación hace especial hincapié en la elaboración de las relaciones entre las observaciones y los contenidos de la asignatura, por tanto, de del fenómeno psicológico del descubrimiento .

Grupo relator (Aprendizaje Colaborativo).

Se evalúan cada semana las exposiciones preparadas por todos los grupos, aunque no sean los elegidos para realizarlas en clase. Se evalúa la calidad de la exposición del grupo que le toca impartir el resumen semanal. La evaluación final es la media de la calificación promedio de los resúmenes entregados y la exposición oral realizada.

A4: 304335 - Laboratorio de Láseres Intensos, asignatura optativa del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Contexto de la asignatura:

Asignatura de carácter optativo del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres que se imparte durante el segundo cuatrimestre. Esta asignatura es eminentemente de laboratorio, pero tiene previstas una serie de experiencias en laboratorio virtual que se hacen a través de simulaciones numéricas. Los estudiantes cuentan con unos códigos de simulación con los que, tras una breve formación inicial, realizan una serie de experiencias virtuales sobre propagación no lineal de pulsos ultraintensos. Se trata de experiencias complementarias a otras que se realizan en el laboratorio. Esta parte de laboratorio virtual, que se ha venido impartiendo en un formato estándar, se ha impartido en formato de aula invertida durante el curso 21-22. Esa parte de la asignatura está impartida por Julio San Román, profesor del área de Óptica del Departamento de Física Aplicada. Durante el curso 21-22, la asignatura ha contado con 8 estudiantes matriculados.

Metodología empleada en el contexto de este proyecto de innovación docente:

Aula Invertida.

T1) Planificación docente

La parte de la asignatura dedicada al laboratorio virtual, que está planteada al principio de la asignatura, consta de dos experiencias: (1) Efectos espaciales en la propagación no lineal de láseres intensos y (2) Efectos temporales en la propagación no lineal de láseres pulsados intensos. Cada uno de ellos se imparte en una sesión de dos horas, en días diferentes.

En este curso se ha elaborado tres píldoras docentes: uno de introducción general a la fenomenología no lineal y otros dos dedicados a introducir, desde un punto de vista teórico, los efectos lineales y no lineales que se van a poder observar en los experimentos virtuales que se proponen, así como una breve introducción sobre las técnicas numéricas utilizadas en cada uno de los simuladores. Los estudiantes debían de visualizar las píldoras antes de que se trabajasen sus contenidos en las clases presenciales. De esta forma, el desarrollo de Aula Invertida se realizó de la siguiente manera:

- Con cierta antelación, se indicaba mediante un mensaje de Studium las píldoras que serían necesarias visualizar antes de las clases presenciales.
- En las clases presenciales se utilizaban los conceptos explicados en los videos directamente durante la resolución de diferentes experimentos virtuales. Toda la sesión se dedica a la realización, discusión de experimentos virtuales y recopilación

de datos para el informe de esta parte de la asignatura, tal y como se hace en cualquier laboratorio.

T2) Elaboración de contenidos

La elaboración de los videos se ha realizado usando una presentación en PowerPoint preparada para cada una de las partes.

Topic 2

Laboratorio Virtual I (Propagación no lineal)

 Video de introducción a efectos no lineales (~13 minutos)

En este video se repasa rápidamente cómo aparece la fenomenología no lineal en las ecuaciones de propagación de la luz.

 Video sobre la autofocalización (~10 minutos)

Introducción sobre los efectos espaciales relacionados con el efecto Kerr óptico: la autofocalización

 Efectos espaciales durante la propagación no lineal de un haz láser (autofocalización)

 Propagación no lineal (coordenada espacial)

 Librería tridiagonal

 Video sobre la auto-modulación de fase (~22 minutos)

 Efectos temporales durante la propagación no lineal de un pulso láser (automodulación de fase)

 Propagación no lineal (coordenada temporal)

Figura 14. Integración en Studium de los contenidos audiovisuales elaborados en la asignatura de Laboratorio de Láseres Intensos.

T3) Desarrollo de la metodología de Aula Invertida/Aprendizaje Colaborativo

Durante la sesión presencial, se presenta el listado de experiencias a trabajar y el profesor realiza una demostración del manejo del simulador con el que van a trabajar los estudiantes. Desde ese momento todos los estudiantes comienzan a hacer las experiencias de manera individual y, al acabar cada una de ellas, comparten y discuten las observaciones. Todas las situaciones interesantes que surgen relacionada con cada uno de los experimentos propuestos se comparten en voz alta e, incluso, se muestran para todos desde el ordenador del aula. De esta forma, todos los estudiantes ven la fenomenología básica y, además, situaciones peculiares de interés y aprenden, a mayores, maneras de discutir las observaciones.

T4) Evaluación

La evaluación se ha realizado mediante la elaboración de un informe en el que se describen las experiencias realizadas y se discuten los resultados obtenidos. Los resultados obtenidos en este año mejoran con respecto a años anteriores ya que todo el proceso de discusión de los experimentos realizado en la sesión presencial ha mejorado la comprensión de la fenomenología observada y su correcta interpretación.

A5: 304317 - Introducción a la Interacción Láser-Materia, asignatura obligatoria del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Contexto de la asignatura:

Se trata de una asignatura obligatoria dentro del plan de estudios del Máster, que se imparte en el primer cuatrimestre. El objetivo de esta asignatura es el de sentar las bases y el formalismo básico con el que se va a trabajar en el resto de asignaturas del Máster. Es por tanto de una asignatura muy transversal en la que buena parte de los contenidos debería ser conocida por la mayor parte de estudiantes matriculados.

Metodología empleada en el contexto de este proyecto de innovación docente:

Aula Invertida en algunos bloques de contenidos y aprendizaje colaborativo en resolución de ejercicios.

T1) Planificación docente

La asignatura consta de 5 bloques de contenidos o unidades: 1. Reflexión y refracción. 2. Multicapas. 3. Teoría del índice de refracción. 4. Materiales anisótropos. 5. Óptica no lineal. El planteamiento que hemos seguido es el de aplicar la metodología de aula invertida en un bloque de contenidos cuyo formalismo supondría prácticamente la totalidad de las horas presenciales que tiene asignadas (Materiales anisótropos, 4 horas), y a cambio dedicar ese tiempo a aplicar el formalismo a distintos ejemplos y casos prácticos que ayuden al estudiante a manejarse de forma ágil con este tipo de materiales.

Por otra parte, hemos aplicado el aprendizaje colaborativo en la resolución de problemas de otras partes de la asignatura (multicapas y óptica no lineal).

T2) Elaboración de contenidos

Para implementar la metodología de aula invertida, se elaboraron 6 píldoras de vídeo (ver figura 15 con captura de pantalla de la asignatura correspondiente de la plataforma Studium).

Tema 4
Óptica de medios anisótropos

- Presentación: Óptica de medios anisótropos (Fundamentos)
 - Vídeo 0. Motivación [4']
 - Vídeo 1. Introducción [9']
 - Vídeo 2. Modelo microscópico [7']
 - Vídeo 3. Ecuación de Fresnel [12']
 - Vídeo 4. Birrefringencia y refracción cónica [8']
 - Vídeo 5. Medios uniáxicos [13']
- Presentación: Óptica de medios anisótropos (Resumen)
- Presentación: Óptica de Medios anisótropos (Aplicaciones)

Bibliografía recomendada:

J.M. Cabrera, F. Agulló López, F. J. López, Óptica electromagnética. Volumen II: Materiales y aplicaciones, Addison-Wesley/ Universidad Autónoma de Madrid (Madrid, 2000).

M. Fox, Optical properties of solids, Oxford University Press (Oxford, 2010)

J Peatross & M. Ware, "Physics of light and optics", Brigham Young University

Figura 15. Integración en Studium de los contenidos audiovisuales elaborados en el tema de Óptica de medios Anisótropos de la asignatura Introducción a la Interacción Láser-Materia.

En todos los vídeos se incorporó al menos una pregunta abierta a los estudiantes, que discutiríamos en la primera hora de clase. Como apoyo para los vídeos, se puso a disposición de los estudiantes las diapositivas en pdf que se seguían en la explicación de los vídeos.

Para la implementación del aprendizaje colaborativo no hizo falta la creación de contenidos específicos.

T3) Desarrollo de la metodología de Aula Invertida/Aprendizaje Colaborativo

El desarrollo del aula invertida fue sencillo, dejando a los estudiantes 4 días para ver los vídeos y trabajar en ellos. El quinto día tuvo lugar la primera clase, en la cual el profesor expuso un breve resumen de todo el formalismo, planteando de nuevo las preguntas de los vídeos y discutiéndolas con los estudiantes. A continuación, se comenzó con la resolución de casos prácticos, utilizando de forma directa los contenidos trabajados en los vídeos.

En relación con el aprendizaje colaborativo, propusimos problemas para resolver y discutir en grupos, tanto en el aula como fuera de ella. La resolución fue expuesta y defendida públicamente ante el resto de estudiantes, quienes planteaban las preguntas u objeciones que les pudieran surgir, siendo resueltas por el grupo.

T4) Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias por parte de los estudiantes constó tanto de la entrega de una serie de ejercicios, como de la resolución de varios test en Studium, así como de la participación en la respuesta a las preguntas planteadas en los vídeos.

Lo que observamos es que los cuestionarios, que abordan los aspectos más formales de la asignatura, fueron contestados de forma similar a otros cursos, obteniendo un promedio de calificaciones próximo al 9. Con respecto a la resolución de ejercicios, observamos una mejora sustancial en la capacidad de plantear e identificar la fenomenología relevante.

A6: 304319- Métodos Computacionales en Óptica, asignatura obligatoria del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Contexto de la asignatura:

Se trata de una asignatura obligatoria dentro del plan de estudios del Máster, que se imparte en el primer cuatrimestre. El objetivo de esta asignatura es el dar a conocer herramientas de cálculo útiles para realizar simulaciones o cálculos relacionados con la Óptica. Consta de cuatro bloques, diferenciados por el lenguaje de programación utilizado: C, Mathematica, Matlab y Python. En relación a este proyecto, el profesor Javier Serrano, encargado del primer Bloque de C, ha incluido la metodología de Aprendizaje Colaborativo. Es por tanto de una asignatura muy transversal.

Metodología empleada en el contexto de este proyecto de innovación docente: Aprendizaje Colaborativo.

T1) Planificación docente

En el bloque de Programación en C se ha puesto en práctica la metodología de Aprendizaje Colaborativo mediante la realización de una práctica de programación en C en clase de forma colaborativa. Como es habitual, el primer día de clase se informó a los alumnos de las prácticas a realizar dentro de este bloque y su forma de evaluación. Una de las prácticas evaluables que otros años debía hacerse de forma individual este año se ha preparado de forma que pudiera realizarse de forma colaborativa en una sesión de dos horas. La participación en el ejercicio con éxito se ha evaluado con un punto dentro de esta parte de la asignatura para incentivar a los alumnos.

La semana anterior a la realización de la práctica colaborativa se ha informado en clase a los alumnos de las herramientas a utilizar y la metodología a seguir, y se ha enviado un recordatorio a través de Studium (ver Figura 3).

Como herramienta colaborativa se ha utilizado la plataforma Replit (<https://replit.com/>), que es un entorno de desarrollo gratuito que permite crear programas en C (y en muchos

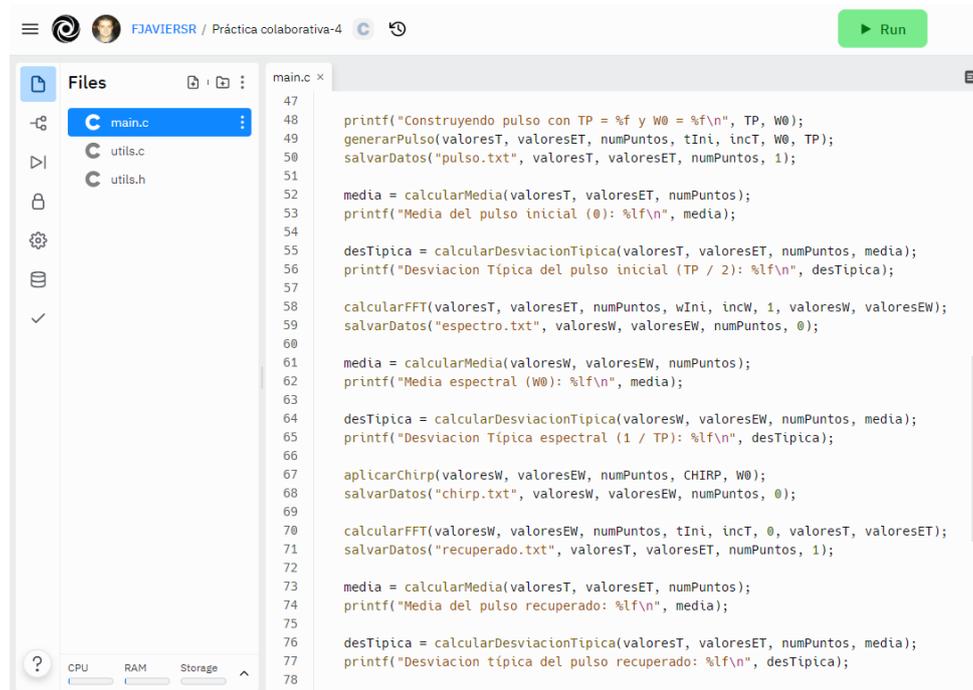
otros lenguajes de programación) de forma colaborativa directamente desde el navegador web, sin necesidad de instalar ningún programa.

Se ha dividido la clase en dos grupos y a cada uno de ellos se le ha asignado una tarea principal dentro de su grupo. Los alumnos tenían la responsabilidad de completar su tarea y de asistir al resto dentro de lo posible en la realización del resto de tareas. El ejercicio estaba diseñado de forma que no podía funcionar correctamente hasta que las tareas de todos se completaran con éxito. Un error en cualquiera de las partes hacía fallar el programa completo, incentivando así la colaboración entre los alumnos para conseguir el objetivo común de corregir cualquier posible error y hacer funcionar correctamente el programa.

En caso de que los alumnos tuvieran dudas o no supieran cómo continuar, podían preguntar al profesor, para que les orientara.

T2) Elaboración de contenidos

Para poder realizar la práctica colaborativa, el profesor la ha implementado el ejercicio previamente en Replit de forma modular, con un archivo "main.c" que contiene el programa principal, programado en base a distintas funciones, otro archivo "utils.h" con la definición de las funciones utilizadas, y un tercer archivo "utils.cpp" con la implementación de esas funciones (ver Figura 16).



```
47
48
49 printf("Construyendo pulso con TP = %f y W0 = %f\n", TP, W0);
50 generarPulso(valoresT, valoresET, numPuntos, tIni, incT, W0, TP);
51 salvarDatos("pulso.txt", valoresT, valoresET, numPuntos, 1);
52
53 media = calcularMedia(valoresT, valoresET, numPuntos);
54 printf("Media del pulso inicial (0): %f\n", media);
55
56 desTipica = calcularDesviacionTipica(valoresT, valoresET, numPuntos, media);
57 printf("Desviacion Tipica del pulso inicial (TP / 2): %f\n", desTipica);
58
59 calcularFFT(valoresT, valoresET, numPuntos, wIni, incW, 1, valoresW, valoresEW);
60 salvarDatos("espectro.txt", valoresW, valoresEW, numPuntos, 0);
61
62 media = calcularMedia(valoresW, valoresEW, numPuntos);
63 printf("Media espectral (W0): %f\n", media);
64
65 desTipica = calcularDesviacionTipica(valoresW, valoresEW, numPuntos, media);
66 printf("Desviacion Tipica espectral (1 / TP): %f\n", desTipica);
67
68 aplicarChirp(valoresW, valoresEW, numPuntos, CHIRP, W0);
69 salvarDatos("chirp.txt", valoresW, valoresEW, numPuntos, 0);
70
71 calcularFFT(valoresW, valoresEW, numPuntos, tIni, incT, 0, valoresT, valoresET);
72 salvarDatos("recuperado.txt", valoresT, valoresET, numPuntos, 1);
73
74 media = calcularMedia(valoresT, valoresET, numPuntos);
75 printf("Media del pulso recuperado: %f\n", media);
76
77 desTipica = calcularDesviacionTipica(valoresT, valoresET, numPuntos, media);
78 printf("Desviacion tipica del pulso recuperado: %f\n", desTipica);
```

Figura 16. Fragmento del programa principal del ejercicio donde se ha implementado Aprendizaje Colaborativo.

En el archivo "utils.h", junto con la definición de las funciones se han añadido comentarios indicando el funcionamiento esperado de cada una de ellas (ver Figura 17).

```
utils.h x
6 // Genera un pulso y guarda los valores de tiempo y campo eléctrico en los vectores
7 // valoresT y valoresET, que tienen el número de elementos especificado en numPuntos.
8 // Los valores de tiempo deben empezar en tIni, e ir incrementándose de uno a otro incrementoT.
9 // Los campo eléctrico deben generarse mediante la fórmula de las diapositivas (ejercicio 11)
10 // w0 y tp son los parámetros necesarios para usar esa fórmula.
11 void generarPulso(double *valoresT, double complex *valoresET, int numPuntos,
12                double tIni, double incrementoT, double w0, double tp);
13
14
15 // Genera un archivo en la ruta pasada como primer parámetro para guardar la información
16 // de los vectores x e y, que tienen el número de elementos especificado en numPuntos.
17 // Se deben guardar un par de valores en cada línea.
18 // El primer valor debe ser el elemento correspondiente del vector x.
19 // El segundo valor debe ser la parte real del complejo correspondiente del vector y si el
20 // parámetro modo es distinto de cero. Si modo es cero, el segundo valor debe ser la intensidad,
21 // es decir, el cuadrado del valor absoluto del complejo.
22 void salvarDatos(const char *archivo, double *x, double complex *y, int numPuntos, int modo);
23
24 // Calcula la media dados los vectores x e y, ambos con el número de puntos que indica numPuntos.
25 // Se debe calcular de acuerdo con la fórmula de las diapositivas y utilizar la intensidad,
26 // es decir, el cuadrado del valor absoluto del complejo.
27 double calcularMedia(double *x, double complex *y, int numPuntos);
28
29 // Calcula la desviación típica dados los vectores x e y,
30 // ambos con el número de puntos que indica numPuntos.
31 // Se debe calcular de acuerdo con la fórmula de las diapositivas.
32 // La media se recibe como parámetro, así que no es necesario calcularla.
33 double calcularDesviacionTipica(double *x, double complex *y, int numPuntos, double media);
34
35 // Calcula la FFT dados los vectores x e y,
36 // ambos con el número de puntos que indica num.
37 // xOutIni y xOutInc son el punto inicial y el incremento entre valores del rango
38 // en el que se realiza el cálculo
39 // Si modo es distinto de 0, se realiza la FFT, si es cero, la FFT inversa.
40 // Escribe el resultado en los vectores xOut e yOut
41 void calcularFFT(double *x, double complex *y, int numPuntos,
42                double xOutIni, double xOutInc, int modo,
43                double *xOut, double complex *yOut);
44
45 // Aplica chirp en el espectro dado por los vectores valoresW y valoresEW,
46 // ambos con el número de puntos que indica numPuntos.
47 // La magnitud del chirp a aplicar se indica en el último parámetro
48 void aplicarChirp(double *valoresW, double complex *valoresEW, int numPuntos, double chirp, double w0);
49
```

Figura 17. Descripción de las funciones a implementar donde se ha implementado Aprendizaje Colaborativo.

Finalmente, en el archivo "utils.c" se han dejado todas las funciones vacías para que los alumnos pudieran implementarlas ellos mismos.

```
utils.c x
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <math.h>
4 #include <complex.h>
5
6 void generarPulso(double *valoresT, double complex *valoresET, int numPuntos,
7                 double tIni, double incrementoT, double w0, double tp)
8 { }
9
10 void salvarDatos(const char *archivo, double *x, double complex *y, int numPuntos, int modo)
11 { }
12
13 double calcularMedia(double *x, double complex *y, int numPuntos)
14 {
15     return 0;
16 }
17
18
19 double calcularDesviacionTipica(double *x, double complex *y, int numPuntos, double media)
20 {
21     return 0;
22 }
23
24 void calcularFFT(double *x, double complex *y, int numPuntos,
25                double xOutIni, double xOutInc, int modo,
26                double *xOut, double complex *yOut)
27 { }
28
29 void aplicarChirp(double *valoresW, double complex *valoresEW, int numPuntos, double chirp, double w0)
30 { }
31
```

Figura 18. Plantilla con las funciones a implementar donde se ha implementado Aprendizaje Colaborativo.

Se han creado dos prácticas iguales para dividir a los alumnos en dos equipos de seis personas, de forma que el número de alumnos por equipo no fuera lo suficientemente grande como para dificultar la colaboración, y generar cierta competencia entre los dos grupos.

T3) Desarrollo de la metodología de Aula Invertida/Aprendizaje Colaborativo

El día de la realización de la práctica colaborativa se ha proporcionado a los alumnos un enlace al ejercicio dentro de la plataforma Replit a través de Studium, se los ha dividido en dos equipos, se les ha asignado como tarea principal la implementación de una de las funciones incompletas, y se les ha animado a colaborar con el resto de su equipo para conseguir que el programa funcionara correctamente.

La implicación de los alumnos en la realización del ejercicio ha sido muy buena. Todos los alumnos matriculados participaron de forma que la mayor parte de ellos consiguieron terminar su parte y trataron de ayudar al resto, y en los casos en los que varios de ellos no fueron capaces de resolver alguna cuestión, se apoyaron en el profesor para poder continuar.

El día siguiente de la sesión, el profesor corrigió las prácticas de los dos equipos y colocó comentarios junto al código desarrollado por los alumnos dentro de la misma plataforma

Replit, para que los alumnos pudieran acceder a las prácticas de los dos equipos y ver los errores que habían cometido. Además, el profesor compartió su propia implementación de la práctica, para que los alumnos la pudieran comparar con las otras dos y aprender distintas formas de resolver los problemas.

T4) Evaluación

Puesto que se trataba de un trabajo colaborativo y los alumnos debían tratar de ayudarse entre ellos, no se evaluó en este caso el desempeño individual de cada uno, si no su implicación y su colaboración con el resto. Todos los alumnos trataron de completar sus tareas, y, los que lo consiguieron, trataron de ayudar al resto, por lo que a todos los alumnos se le concedió el punto correspondiente a este ejercicio. La evaluación de esta parte de la asignatura se completó con otras dos prácticas que los alumnos debían implementar y entregar ya de forma individual.

A7: 304330 – Aplicaciones de los láseres al procesado y a la caracterización de materiales, asignatura optativa del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Contexto de la asignatura:

Esta asignatura es una optativa del segundo cuatrimestre. Aborda varios bloques de contenidos de carácter muy aplicado, basándose en las asignaturas fundamentales del primer cuatrimestre, y tiene una parte importante de prácticas de laboratorio. Durante el curso académico 21-22 ha contado con 9 estudiantes matriculados y de una estudiante que asistió de oyente.

Metodología empleada en el contexto de este proyecto de innovación docente:

Aula Invertida

T1) Planificación docente

En esta asignatura hemos implementado de forma exploratoria la metodología de Aula Invertida en uno de los bloques de contenidos en los que se basan las prácticas de laboratorio, que es el procesado con pulsos ultracortos. El planteamiento ha sido el de crear una serie de vídeos con los contenidos principales de este tema, de forma que se dejó para el aula la discusión de algunos casos prácticos así como la preparación de las prácticas de laboratorio.

T2) Elaboración de contenidos

Se realizaron varias píldoras de vídeo durante el primer cuatrimestre, y quedaron disponibles desde el comienzo de la asignatura. Se utilizó *Google Meet* para realizar las grabaciones.

Micro-procesado de dieléctricos transparentes con pulsos de femtosegundos

-  Presentación de clase
-  Artículo: Fs 3D micro- and nano-fabrication
-  Artículo: procesado de dieléctricos transparentes

DOCENCIA ON LINE

-  Video 1. Introduccion
-  Video 2.Fundamentos
-  Video 3. Modificaciones
-  Video 4. Guías de onda
-  Video 5. Otras aplicaciones

Figura 19. Integración en Studium de los contenidos audiovisuales elaborados en el tema de Micro-procesado de dieléctricos transparentes con pulsos de femtosegundos.

T3) Desarrollo de la metodología de Aula Invertida/Aprendizaje Colaborativo

Una vez colgadas las píldoras de vídeo, los alumnos pudieron visualizarlos cuando lo desearon, previamente a la sesión de clase programada. El día de la sesión en el aula, se aclararon dudas que habían surgido a raíz de los vídeos y se trabajó directamente en la preparación de las sesiones prácticas.

T4) Evaluación

La repercusión fundamental que ha tenido la incorporación de esta metodología ha sido el mayor aprovechamiento de las sesiones de prácticas de laboratorio por parte de los estudiantes. Les ha resultado más sencillo seguir el hilo de las tareas a realizar en el laboratorio, y han mostrado una mayor autonomía e iniciativa.

A8: 104100 – Física I, asignatura básica de primer curso del Grado en Ingeniería Química

Contexto de la asignatura:

Asignatura de carácter obligatorio de 1º de Grado en Ingeniería Química que se imparte durante el primer cuatrimestre. Las clases se dividen en “clases teóricas” o de grupo completo, (2 horas por semana) y “clases de seminario” (1 hora por semana), donde se dividen los alumnos en dos grupos. Está impartida por dos profesores del área de Óptica del Departamento de Física Aplicada, Carolina Romero Vázquez y Víctor Wilfried Segundo Stael. Durante el curso 21-22, la asignatura cuenta con 79 estudiantes matriculados.

Metodología empleada en el contexto de este proyecto de innovación docente: Aprendizaje Colaborativo

T1) Planificación docente

La asignatura se desarrolla durante 12 semanas divididas en 6 temas, empleando para cada tema aproximadamente 4 horas de contenido teórico y 2 de resolución de problemas

prácticos (seminarios), dependiendo de la extensión y complejidad de cada tema. Con el objetivo de poner a disposición de los alumnos el mayor número de problemas resueltos del boletín, el profesor resuelve una selección de problemas en los seminarios y el resto se deja como trabajo personal del alumnado. Para incentivar el trabajo de los alumnos, se propone la elaboración de vídeos explicativos en grupo siguiendo el método del aprendizaje colaborativo. Estos vídeos se subirán a la plataforma de Studium para el estudio del resto de compañeros y su participación contará para la nota total de la asignatura. La planificación de esta actividad es la siguiente:

Al principio del curso se informa a los alumnos por medio de un documento y en clase sobre las instrucciones de la actividad. El documento se adjunta al final de este apartado. Aquí se insta a los alumnos a formar grupos de hasta 3 personas y a elegir al menos un problema del boletín. Los alumnos deberán comunicar al profesorado su vídeo elegido y se le dará luz verde si el problema está libre. Una vez el problema está finalizado, se envía a los profesores, quienes evalúan y suben el vídeo a la plataforma Studium a disposición del resto de los alumnos. Cabe destacar que la actividad se desarrolla a lo largo de todo el curso, y se da libertad al alumnado para escoger el problema y el momento de su elaboración, de tal manera que el alumnado tenga que poner en práctica su capacidad de organización y trabajo en equipo. Dos semanas antes del final del curso, se bloqueará la plataforma de Studium (previo aviso) para incentivar a los alumnos a utilizar los vídeos de sus compañeros para estudiar la asignatura de cara al examen final.

Instrucciones para la elaboración de vídeos

Propuesta de actividad: Elaborar un vídeo corto con la resolución de uno de los problemas del boletín y subirlo a la plataforma Studium, donde se pondrá a disposición del resto de compañeros.

- 1. Cómo apuntarse:** Se podrán realizar los vídeos por grupos de un máximo de 3 personas o de manera individual. Antes de empezar el problema, debéis mandar un correo para que no haya problemas repetidos (vwsstaels@usal.es o cromero@usal.es).
NOTA: Si alguien no encuentra grupo, que envíe un correo e intentaremos buscarle grupo.
- 2. Características del vídeo:**
 - Grabación de una presentación manuscrita o tipo PowerPoint.
 - Que incluya el enunciado del problema y los nombres de los participantes.
 - Detalle paso a paso y explicación de cómo se ha resuelto el problema.
 - Duración aproximadamente 5 minutos dependiendo de la complejidad del problema.
- 3. Cómo subirlo a Studium:** En cada tema se abrirá una tarea en la que se podrán subir los vídeos. El profesor los agrupará en una carpeta para que estén a disposición del resto.
- 4. Cómo se evalúa:** Esta actividad se evaluará dentro del 10 % de la nota del curso relacionada con los problemas.

T2) Elaboración de contenidos

La elaboración de contenidos corría a cargo del alumnado. El profesorado, organiza en una carpeta de Studium los vídeos que ha recibido y evaluado de los alumnos. A partir de aquí el alumno puede visualizar el video o descargarlo. A continuación mostramos como ejemplo en la Figura 20, la carpeta relativa al tema 3.

Problemas subidos Tema 3

Aquí encontraréis todos los videos que habéis subido del tema 3.

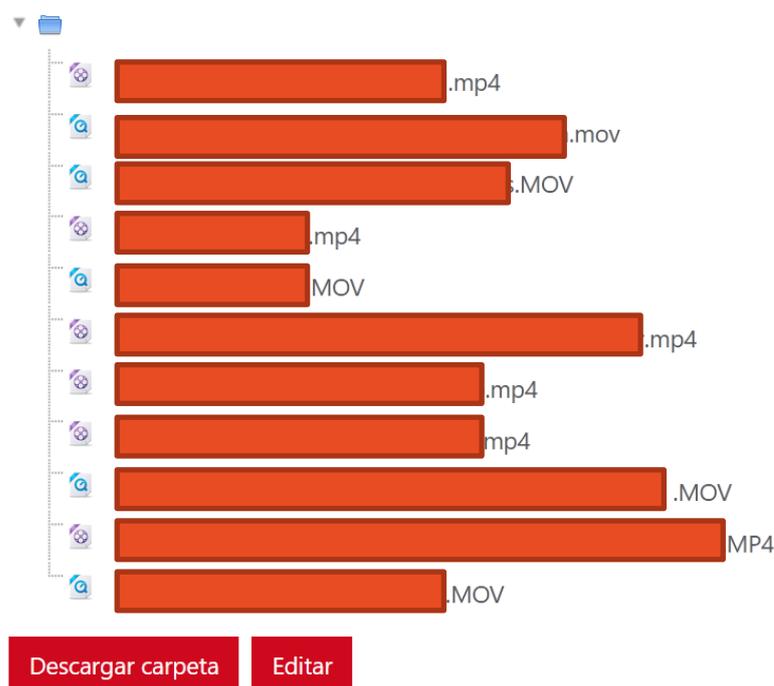


Figura 20. Relación de videos relacionados por los estudiantes en el Tema 3 de Física I. (Se oculta el nombre de los estudiantes).

T3) Desarrollo de la metodología de Aula Invertida/Aprendizaje Colaborativo

Debido a la flexibilidad de la actividad, al comienzo del curso fue necesario insistir mucho en que comenzaran a hacer los vídeos, insistiendo en que los problemas del principio del curso eran más sencillos, que al principio del curso no hay tanta carga de trabajo y que a medida que se fueran eligiendo los problemas, quedarían menos disponibles y quedarían los más complicados. No obstante, creemos que precisamente gracias a esta flexibilidad, se ha favorecido que la mayoría de los alumnos se implicaran en esta actividad y enviaran un vídeo antes de finalizar el curso. A lo largo del curso se ha incentivado a los alumnos a preguntar y resolver cualquier duda que surgiera de la resolución de los problemas.

T4) Evaluación

Tras la finalización del curso, se ha subido a la plataforma Studium una encuesta de evaluación para que los alumnos la rellenen. Desgraciadamente, debido a que la encuesta se publicó al término del curso, la participación ha sido baja, pero suficiente para poder sacar algunas conclusiones. En la encuesta 8.3 de la sección 8 Anexos se muestran los resultados.

Podemos observar que aunque la mayoría de los encuestados afirman que no realizarían la actividad si no contara para nota, también creen que la actividad ha cumplido con los objetivos de aprendizaje. Resulta claro que la iniciativa de dar libertad al alumnado en cuanto a formación de grupos y periodo de resolución de la actividad ha sido favorable para la realización de la misma. Observamos que la percepción de la dedicación a la actividad es muy poco concluyente y depende mucho de cada alumno, sin embargo, parece haber consenso en que la actividad ha sido provechosa para superar la asignatura, por lo que el baremo dedicación-aprendizaje es muy positivo. Observamos que la actividad favorece el desarrollo de otras competencias transversales, como la comunicación entre compañeros y trabajo en equipo o la habilidad de divulgar un conocimiento adquirido. Por otro lado, los alumnos ven muy favorable la puesta a su disposición de los videos de los compañeros.

Podemos sacar como conclusión que aunque la actividad es novedosa en este curso y tiene aspectos a mejorar, ha sido una buena iniciativa que ha permitido al alumnado superar más fácilmente la parte de la asignatura dedicada a la resolución de problemas y a afianzar conceptos teóricos al tener que enfrentarse directamente a los problemas propuestos.

A9: 104105 – Física II, asignatura básica de primer curso del Grado en Ingeniería Química

Contexto de la asignatura:

Asignatura de carácter obligatorio, perteneciente al módulo de Formación Básica de primer curso del Grado en Ingeniería Química, se imparte durante el segundo cuatrimestre.

La docencia de esta asignatura es compartida con otros profesores del Departamento de Física Aplicada, en concreto, del área de Electromagnetismo. El área de Óptica es responsable del 40% de la asignatura. Se trata de una asignatura teórico-práctica. La parte dedicada a Óptica comprende 12 semanas, donde los alumnos reciben dos clases de grupo grande (dedicadas a sesiones magistrales) y una clase de grupo reducido (dedicada a la resolución de problemas), por semana. Los profesores del área de Óptica que imparten la asignatura son: Carolina Romero Vázquez (teoría) y Ana García Cabrera (problemas). De las prácticas se encarga, a mayores, Luis Sánchez-Tejerina San José y Rodrigo Martín Hernández. Durante el curso 21-22 la asignatura cuenta con 77 estudiantes matriculados.

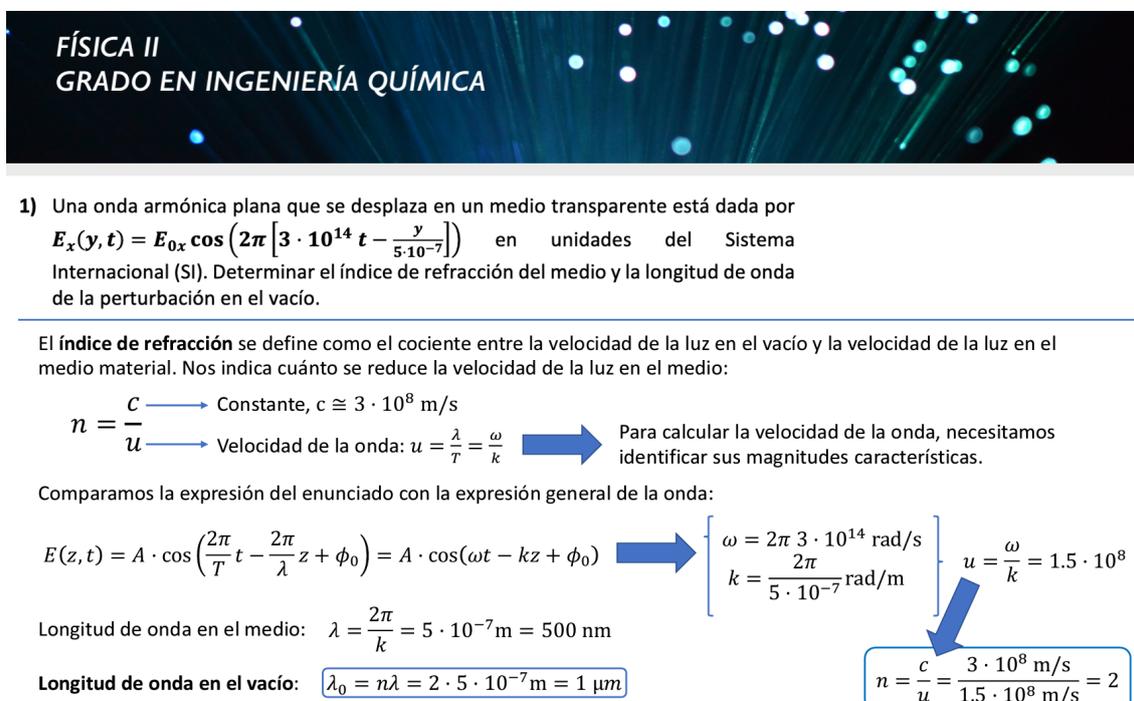
Metodología empleada en el contexto de este proyecto de innovación docente:
Aprendizaje Colaborativo

T1) Planificación docente

La asignatura se planifica con dos sesiones magistrales semanales (grupo grande) y una sesión de seminarios (grupo reducido). Lo alumnos realizan además dos prácticas, en dos sesiones diferentes de dos horas de duración cada una.

T2) Elaboración de contenidos

Para la metodología aplicada no se han elaborado contenidos expresamente, los alumnos tienen disponible en la página de Studium de la asignatura las presentaciones PowerPoint que se utilizan de apoyo en las sesiones magistrales y los boletines de problemas. Al final el trabajo sobre los problemas en clase los alumnos disponen de los problemas resueltos por los profesores, en formato pdf.



FÍSICA II
GRADO EN INGENIERÍA QUÍMICA

1) Una onda armónica plana que se desplaza en un medio transparente está dada por $E_x(y, t) = E_{0x} \cos\left(2\pi\left[3 \cdot 10^{14} t - \frac{y}{5 \cdot 10^{-7}}\right]\right)$ en unidades del Sistema Internacional (SI). Determinar el índice de refracción del medio y la longitud de onda de la perturbación en el vacío.

El **índice de refracción** se define como el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio material. Nos indica cuánto se reduce la velocidad de la luz en el medio:

$$n = \frac{c}{u}$$

c → Constante, $c \cong 3 \cdot 10^8$ m/s
 u → Velocidad de la onda: $u = \frac{\lambda}{T} = \frac{\omega}{k}$ → Para calcular la velocidad de la onda, necesitamos identificar sus magnitudes características.

Comparamos la expresión del enunciado con la expresión general de la onda:

$$E(z, t) = A \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}z + \phi_0\right) = A \cdot \cos(\omega t - kz + \phi_0)$$

Longitud de onda en el medio: $\lambda = \frac{2\pi}{k} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 500 \text{ nm}$

Longitud de onda en el vacío: $\lambda_0 = n\lambda = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 1 \mu\text{m}$

$$\left. \begin{array}{l} \omega = 2\pi \cdot 3 \cdot 10^{14} \text{ rad/s} \\ k = \frac{2\pi}{5 \cdot 10^{-7}} \text{ rad/m} \end{array} \right\} u = \frac{\omega}{k} = 1.5 \cdot 10^8$$

$$n = \frac{c}{u} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1.5 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 2$$

Figura 21. Ejemplo de contenidos relacionados con la asignatura de Física I.

T3) Desarrollo de la metodología de Aula Inversa/Aprendizaje Colectivo

Metodología de Aprendizaje Colaborativo en sesiones de grupo reducido.

En las sesiones de grupo de reducido se trabajó con los alumnos en la resolución de problemas en el aula. La forma de desarrollar esta metodología es sencilla, en una primera parte de la clase el profesor realiza un problema ejemplo, que resuelve en la pizarra, y a continuación, propone otro problema similar, que puede formar parte del boletín de problemas o no, y permite que los alumnos lo resuelvan en clase desde sus pupitres.

El material didáctico necesario para la realización de los ejercicios lo tienen los alumnos de antemano, antes de comenzar las sesiones de problemas ya han realizado dos sesiones de grupo grande sobre la misma materia que van a trabajar en los problemas. El material

didáctico (presentaciones en PowerPoint, boletín de ejercicios) se les proporciona a los alumnos antes de las sesiones de teoría.

El alumno tiene la oportunidad de resolver el ejercicio, con la ayuda del profesor, que está disponible para resolver las dudas de forma más cercana (no está en el estrado). Además, los alumnos son libres, y de hecho se les recomienda, de consultar las dudas con otros compañeros, a fin de generar debate.

Este tipo de metodología permite al profesor tomar el pulso de la clase, de manera que si en la resolución hay una duda o concepto que no ha quedado claro de la teoría puede explicarlo. Al aplicar esta metodología los alumnos que por timidez no se atreven a preguntar al profesor, si lo hacen en este caso, lo que repercutirá en su acercamiento a la asignatura y a alcanzar los objetivos de aprendizaje en ella propuestos.

T4) Evaluación

La Evaluación de la asignatura comprende un 70% de evaluación continua y un 30% una prueba final escrita.

La evaluación continua incluye: 15% informe de prácticas; 10% pruebas parciales escritas presenciales (no eliminatorias); y 5% participación en clase.

Los resultados de evaluación para este curso han sido muy satisfactorios, con una tasa de éxito del 96,15% y (Tasa de rendimiento 80,76%).

El examen de final de la asignatura está enfocado a la resolución de problemas, aunque los alumnos han de usar los conceptos teóricos para justificar sus respuestas, pero sin duda, la resolución de los ejercicios en clase habrá ayudado a los alumnos a superar con éxito la prueba.

A10: 104004 - Física II, asignatura básica de primer curso del Grado en Química

Contexto de la asignatura:

Asignatura de carácter obligatorio, perteneciente al módulo de Formación Básica de primer curso del Grado en Química que se imparte durante el segundo cuatrimestre.

La docencia de esta asignatura es compartida con otros profesores del Departamento de Física Aplicada, en concreto, con el área de Electromagnetismo. El área de Óptica es responsable del 40% de la asignatura. Se trata de una asignatura teórico-práctica, las prácticas se realizan en los laboratorios de docencia del área de Óptica, que son compartidos con otras titulaciones, como el Grado en Física. La parte dedicada a Óptica comprende 12 semanas, donde los alumnos reciben dos clases de grupo grande (dedicadas a sesiones magistrales) y una clase de grupo reducido (dedicadas a la resolución de problemas en el aula), por semana. Los profesores del área de Óptica que imparten la asignatura son: Carolina Romero Vázquez (teoría) y Miguel López Ripa (problemas). De las prácticas se encargan, a mayores, Luis Sánchez-Tejerina San José y Rodrigo Martín Hernández. Durante el curso 21-22, la asignatura cuenta con 52 estudiantes matriculados.

Metodología empleada en el contexto de este proyecto de innovación docente:

Aula Invertida adaptada a la realización de prácticas de laboratorio

T1) Planificación docente

En este caso la metodología de Aula Invertida se aplicó al generar material docente de apoyo para prácticas de laboratorio. Los alumnos realizan dos prácticas de laboratorio, en dos sesiones diferentes de dos horas de duración cada una. Todos los alumnos realizan las dos prácticas propuestas.

T2) Elaboración de contenidos

Los contenidos didácticos de las prácticas se han elaborado expresamente para este curso. En particular, el contenido para cada una de las prácticas consta de (ver Figura 22): Un vídeo-tutorial con los fundamentos teóricos de la práctica; Uno o varios vídeo-guiones (en función de la práctica el número puede variar); Un guion en formato pdf; Informe de prácticas, también en formato pdf.

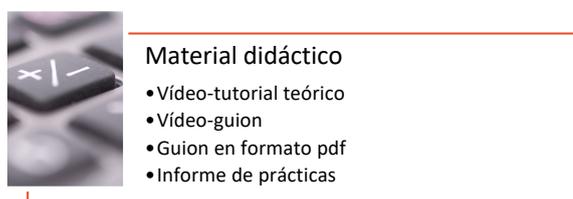


Figura 22. Material didáctico de las prácticas de Física I en las que se ha aplicado la metodología de Aula Invertida.

Tanto los vídeo-guiones como los video-tutoriales eran píldoras de vídeo cortos, que no superaban en ningún caso los diez minutos de duración, tal y como se recomienda en la metodología de Aula Invertida. Según el contenido didáctico de la práctica el video-guion completo se dividía en pequeños clips de vídeo, en torno a tres minutos de duración, con una aclaración concreta de algún procedimiento de la práctica.

El contenido didáctico se ha desarrollado de manera que el alumno pudiera ser totalmente autónomo en la realización de la práctica. Para lograr este fin, además del contenido en vídeo los alumnos disponían de un guión escrito. Este documento, que se les recomendaba llevar impreso a las prácticas, les indicaba el orden de los procedimientos a seguir, de manera que, aunque los vídeos estaban ordenados de forma secuencial, el alumno tuviera una guía completa y a mano para desarrollar en el orden correcto la práctica.

T3) Desarrollo de la metodología de Aula Invertida/Aprendizaje Colectivo

El contenido didáctico se le presentaba al alumno en forma de página web, (usando la herramienta página de Studium, tal y como se presenta en la figura 23), así de un vistazo el alumno tenía accesible todo el material necesario, y en un formato al que está acostumbrado.

Los vídeos han sido elaborados por todo el personal docente encargado de la asignatura, y se han desarrollado expresamente para ésta, no se ha utilizado material previamente elaborado.

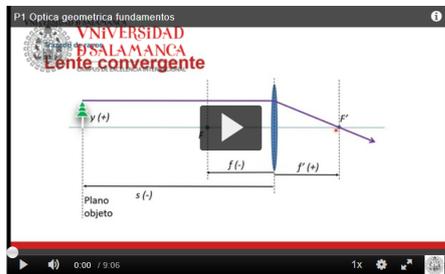
Práctica 1: Óptica Geométrica.

En esta página encontrarás todo el material didáctico necesario para realizar la práctica

PRÁCTICA 1: ÓPTICA GEOMÉTRICA. SISTEMAS ÓPTICOS Y FORMACIÓN DE IMAGEN

[Guion de la práctica en pdf](#)

Fundamentos de la práctica (09:06 min):



Video explicativo para diferenciar los dos tipos de lentes (0:47 min):



Procedimiento de medida de la distancia focal de la lente convergente y el aumento lateral (06:32 min):



Procedimiento de medida de la distancia focal de la lente divergente (03:30 min):



Figura 23. Integración en Studium de las píldoras audiovisuales de Física I en una práctica

T4) Evaluación

Al finalizar la sesión correspondiente a cada una de las prácticas el alumno entrega, de forma individual, un informe de prácticas, según la plantilla que tienen disponible en Studium. Las prácticas tienen un peso del 15% sobre la parte de Óptica de la asignatura, Como la parte de Óptica es a su vez un 40% del total, estas prácticas tiene un valor de 0,6/10 en el total de la asignatura.

6. Resultados, mejoras obtenidas e impacto del proyecto

Evaluación de los resultados:

Para evaluar los resultados del proyecto, además de analizar los resultados académicos en las distintas asignaturas, se ha realizado una encuesta a los profesores que han participado y se ha recabado también la opinión de los estudiantes en varias de las asignaturas implicadas.

En lo que respecta a los resultados académicos, podemos decir que en la mayoría de las asignaturas no ha habido una variación relevante en las calificaciones, si las comparamos con cursos anteriores, aunque el profesorado ha considerado que son ligeramente mejores (ver siguientes apartados). Sin embargo, como ya se ha comentado, debido a la fecha de entrega de esta memoria (30 de junio de 2022), y a la fecha de cierre de actas de la Facultad de Ciencias (30 de junio de 2022), no se han podido incluir adecuadamente las valoraciones sobre las asignaturas del segundo cuatrimestre.

Opinión de los estudiantes

Hemos recabado información directa de los estudiantes mediante encuestas en dos asignaturas, eligiendo dos en los que la metodología empleada era distinta. Las encuestas se encuentran recogidas en el apartado 8, Anexo. Por un lado, en las encuestas 8.1 y 8.2 se recoge la opinión de los estudiantes de la asignatura de Óptica II de tercer curso del Grado en Física, asignatura desarrollada íntegramente en formato de Aula Invertida. Por otro lado, en la encuesta 8.3 se recoge la opinión de los estudiantes de la asignatura de Física I del primer curso del Grado en Ingeniería Química, donde se implementó la metodología de Aprendizaje Colectivo.

Opinión de los profesores

En cuanto a la opinión de los profesores implicados en este proyecto de innovación, se ha realizado una encuesta el día 28 de junio de 2022, que se recoge a continuación.

Con respecto a la docencia implementada en las asignaturas en las que se ha desarrollado el proyecto de innovación, tu trabajo en el aula ha sido:

10 respuestas



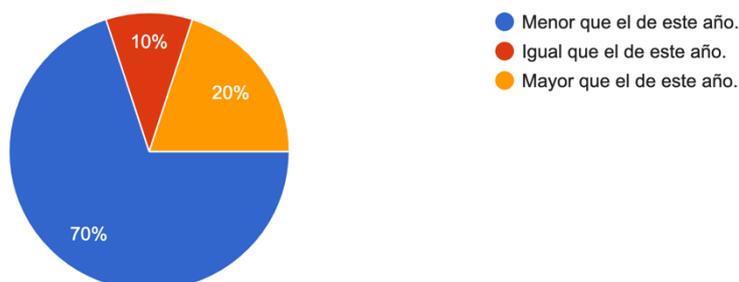
Con respecto a la docencia implementada en las asignaturas en las que se ha desarrollado el proyecto de innovación, el tiempo dedicado a la preparación de la asignatura ha sido:

10 respuestas



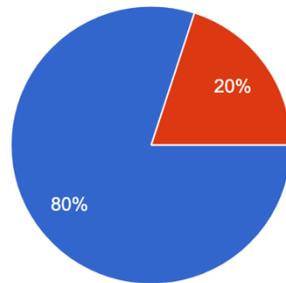
Si el próximo año decidieses implementar de nuevo la estrategia de Aula Inversa/Aprendizaje Colectivo, el tiempo de preparación de la asignatura que estimas sería:

10 respuestas



¿Han seguido los alumnos la estrategia docente de Aula Inversa/Aprendizaje Colectivo?

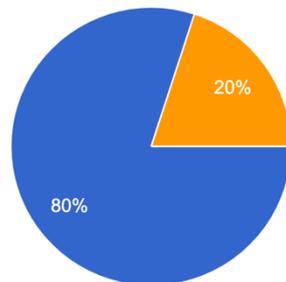
10 respuestas



- En su mayoría sí.
- De forma bastante desigual.
- Muy pocos lo han hecho.

En general, ¿crees que ha sido útil para los alumnos el desarrollo de la estrategia de Aula Inversa/Aprendizaje Colectivo?

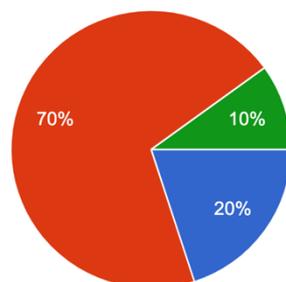
10 respuestas



- Sí.
- No.
- No sabría decirlo con seguridad.

Las calificaciones de las asignaturas han sido:

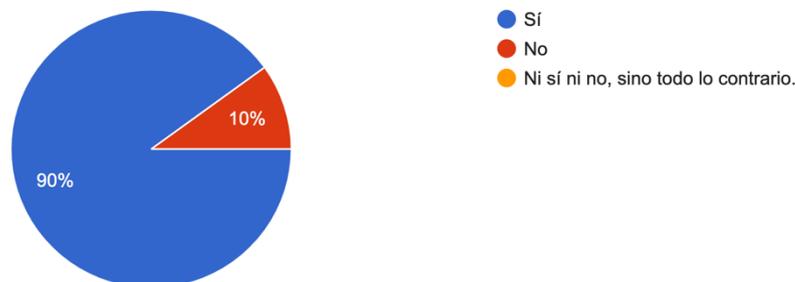
10 respuestas



- Mejores que en cursos normales.
- Parecidas a un curso normal.
- Peores que en cursos normales.
- No tengo referencias de años anteriores con los que comparar.

¿Volverías a implantar la estrategia de Aula Inversa/Aprendizaje Colectivo en tus asignaturas?

10 respuestas



Mejoras obtenidas e impacto:

En base a las encuestas realizadas a profesores y estudiantes, creemos que la acogida de esta metodología en las asignaturas de Óptica ha sido muy buena. Esto confirma la premisa de la que partíamos: las asignaturas de Óptica, en general, son susceptibles de ser enseñadas mediante la metodología de Aula Invertida o Aprendizaje Colectivo. Esta apreciación se basa en que en Óptica se aprenden muchos conceptos teóricos, pero lo fundamental es saber aplicarlos a determinados problemas prácticos. Es precisamente ese “saber aplicarlos” lo que resulta más complejo al estudiante. Por ello creemos que es más eficiente dedicar el tiempo en el aula a ayudar a los estudiantes a abordar y resolver los problemas, dejando para su estudio personal el primer contacto con los conceptos, algo que en la docencia magistral estándar es habitual.

Con este proyecto además se ha elaborado una gran cantidad de material docente, en forma de píldoras audiovisuales, que será de gran utilidad para cursos posteriores. De hecho, tal y como recoge la encuesta al profesorado, creemos que en cursos posteriores el esfuerzo del profesor será menor al tener estos contenidos ya generados, y se podrá centrar en el aprovechamiento de las clases presenciales en función del *feedback* recibido de los estudiantes.

Por último, nos gustaría resaltar este aspecto de *feedback*. Se trata de un aspecto fundamental en Aula Invertida, y es lo que distingue un “Aula Invertida precipitada” como el que muchos realizamos en la pandemia, a un “Aula Invertida” eficiente y bien ejecutada. Tener información sobre cómo han asimilado (o no) los estudiantes los conceptos antes de entrar en el aula permite adaptar las clases presenciales a cada grupo de estudiantes, y de esta manera incidir en los aspectos que peor se entienden y ayudar a una mejor comprensión de la asignatura por parte de los estudiantes.

7. Conclusiones

En vista de los resultados obtenidos, y sobre todo, de la opinión de estudiantes y profesores, podemos obtener las siguientes conclusiones:

1. Las metodologías de Aula Invertida y Aprendizaje Colaborativo han sido bien recogidas tanto por estudiantes como por profesores. Ambos colectivos muestran una **opinión clara a favor de repetir** la implementación de esta metodología, y muestran en las encuestas una **evidente tendencia optimista** en la valoración de Aula Invertida y Aprendizaje Colectivo.
2. Esta metodología no ha implicado una mayor carga de trabajo personal en los estudiantes. Sin embargo, sí ha implicado una **mayor carga de trabajo en el profesorado**, a pesar de que se prevé que en años posteriores implicaría una carga menor de trabajo.
3. Los **resultados de evaluación** no han sufrido cambios significativos respecto a años anteriores en los que no se aplicaba estas metodologías, aunque el profesorado ha indicado una **leve mejoría**. Ante este resultado, pensamos que hay que considerar un comentario. No se ha podido evaluar correctamente los resultados académicos del segundo cuatrimestre debido a la fecha de entrega de este informe (30 de junio de 2022), coincidente con la fecha de cierre de actas.

Por último, en este informe consideramos oportuno incluir los siguientes comentarios. En primer lugar, este proyecto no contó con financiación, a pesar de ser solicitada, para el acceso a software específico de Aula Invertida/Aprendizaje Colaborativo. Aun así, los profesores han demostrado su dedicación docente desarrollando el proyecto satisfactoriamente, y financiando el acceso a plataformas como *EdPuzzle*, de pago, mediante otras fuentes de financiación ajenas a este proyecto.

Resulta también sorprendente la ausencia de oferta formativa en los cursos de formación docente organizados por el IUCE de las metodologías de Aula Invertida y Aprendizaje Colaborativo. Tras varios años en los que sí que se incluían estos cursos en la oferta formativa, en el curso 2021-2022 no se han ofertado (en concreto, los cursos “Escuela de cocina: aula invertida en salsa de aprendizaje personalizado”, y “Evaluar los resultados de aprendizaje desde la perspectiva del aula invertida”, que se ofertaron en años anteriores). En vista de la buena acogida que ha tenido este proyecto entre profesores y estudiantes, creemos pertinente la inclusión de este tipo de metodologías en los cursos de formación docente de la Universidad de Salamanca.

8. Anexo I: Encuestas a los estudiantes

8.1. Encuesta abierta a los estudiantes de la asignatura A2: 100829 - Óptica II, de tercer curso del Grado en Física, realizada tras el primer bloque (de 3) de la asignatura (15 de marzo de 2022).

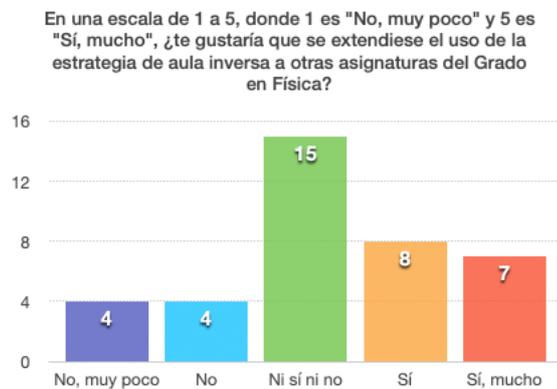
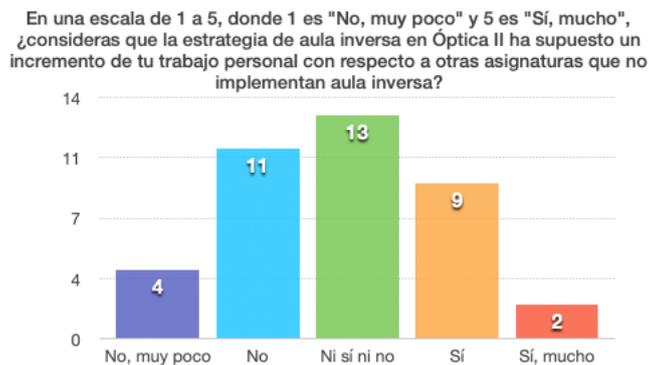
Pregunta: Da tu opinión sobre el desarrollo de la clase de Óptica II, en formato de Aula Invertida, durante los temas 1 y 2

Respuesta
Aunque creo que los videos grabados ayudan en el estudio: ideas que se han olvidado o que no son claras, creo que en cuanto a la resolución de los problemas en clase, sería mas eficiente que los hicieses tu (o algun voluntario) en vez de dar tiempo para si resolución. Muchos días yo por lo menos no se por donde coger el problema y es un tiempo que no puedo hacer nada.
Me ha gustado mucho este formato, principalmente porque al poder ver los videos en casa tranquilamente y parándolos consigo enterarme mucho mejor de los conceptos. Además, me gusta que se repase en clase brevemente lo de los videos y que se nos deje pensar los problemas antes de realizarlos directamente en la pizarra. Esta forma me ayuda mucho mejor a comprender la asignatura.
Yo por lo general estoy contento por la metodología. Me parece genial que se intente hacer docencia de manera distinta y no como hacen algunos profesores leyendo el mismo pdf desde hace 10 años. Lo de ver lo videos en casa me parece buena idea pero si que es verdad que ahora que vamos a estar más liados con parciales no siempre se les puede dedicar el tiempo que requieren para entender todo en profundidad. De todas formas como luego en clase lo revisamos pues si es verdad que cuando te pones a estudiar pues ya te suenan mas las cosas. Also, me gusta mucho lo de que cuando hagamos los ejercicios lo empecemos a hacer por nuestra cuenta y luego lo vamos resolviendo.
Noto que llevo mejor la asignatura de lo que llevaba Óptica I (aunque es cierto que esta la dejé muy de lado hasta el final). En las clases me entero gracias a que llevo los conocimientos al día, por lo que se puede decir que por mi parte funciona el método. Igualmente me he retirado de la evaluación continua ya que no estoy a favor de tener un parcial cada semana, por lo que prefiero eliminar el máximo de parciales. Mi visión del Aula Invertida es positiva aunque preferiría que no hubiese videos de más de 15min
Contras: con la carga actual de entrgas y preparación de otras asignaturas es mas difícil saber encontrar huecos para ver los videos
Es una dinámica que no conocía y me parece que nos favorece a los estudiantes en gran cantidad, ya que nos ayuda a llevarlo al día. Además al estar las clases teorías en vídeo siempre se puede retroceder para poder entender mejor los conceptos que no quedan claros.
Me ha parecido muy bien, porque los videos te permiten ir a la clase con una idea general de lo que vas a ver y dado que no son largos no tienes que invertir mucho tiempo viéndolos y los puedes ver cuantas veces sea necesario para entenderlos. Lo que si me gustaría es que nos dejaran un trabajo en el que podamos aplicar lo que estamos viendo, como un problema reto y que sea opcional la entrega
Al ser la única asignatura realizada con este método sinceramente no me gusta porque estoy ya acostumbrada a trabajar de otra forma
El método de trabajo me parece eficaz. Te obliga, de una forma no agresiva, a llevar al día la asignatura.
El desarrollo de las clases me han parecido muy didáctico y diferente a los que estamos acostumbrados que es oír una chapa y y luego que te hagan un examen. Me ha gustado y creo que he aprendido mucho más, el único inconveniente para mi fui el parcial, que no hace justicia a todosnlos conocimientos que creía haber aprendido.
Este método no es el que más me gusta personalmente. Me parece que implica mayor carga de trabajo. Ya que no solo tenemos las clases de óptica programadas sino que a mayores está el tiempo que dedicamos a ver los videos más el que nosotros necesitamos para estudiar por nuestra cuenta. También

<p>me gusta más cuando se resuelven los problemas enteros de seguido, el ir parando y haciendo por apartados a mí me despista un poco.</p>
<p>Son clases que motivan más a seguir la asignatura y a trabajarla por tu cuenta sin que se haga pesado. Que se desarrolle la clase de manera distinta al resto y promoviendo la participación hace que nos llame en general más la atención y nos guste la asignatura ya que tras 3 años de carrera muchos tenemos comprobado que lo que hace que nos guste una asignatura es el profesor y la manera de dar la clase y no por el temario de esa asignatura (por ejemplo a mi optica 1 no me gustó mucho y óptica 2 sí)</p>
<p>Yo creo que esta metodología es una muy buena forma de llevar la asignatura al día, y que lo que es el trabajo personal (que uno tiene que hacer inevitablemente en todas las asignaturas) se hace más llevadero. Además creo que el poder renunciar a la evaluación continua viene bien, en función de la situación personal de cada uno. Lo único que cambiaría sería los parciales por trabajos, ya que en todas las asignaturas que hay trabajos (pocas) se entiende todo mejor y se disfruta mucho más la asignatura.</p>
<p>Creo que funciona bien para estos primeros temas sencillos pero no se si sera igual de util cuando llegemos a temas mas complicados, ya que es dificil etender algunas cosas solo y sin ayuda en casa</p>
<p>Opino que la parte teórica está bien pensada y organizada. Con los vídeos se entiende todo perfectamente. Creo que estaría bien hacer más problemas.</p>
<p>Los vídeos y tener el repaso de clase es muy útil de cara a entender el temario. Los problemas de clase también ayudan mucho el hacerlos, pero personalmente me gustaría después de su respectivo seminario, tener su solución en Studium para poder repasarlo bien en caso de no poder venir a clase algún día específico</p>
<p>En mi opinión ha estado bien el formato de Aula Invertida, porque en clase daba más tiempo a hacer ejercicios que para mí gusto es la mejor manera de asimilar los conceptos teóricos.</p>
<p>Esta bien, resulta sencillo seguir las explicaciones de clase una vez se han visto lo videos de teoría.</p>
<p>Yo creo que está bien. Sí que es cierto que requiere mas trabajo que el modelo de "clase magistral", pero ayuda a llevar las cosas al día. Quizá hay días que no apetece tener que trabajar en clase o semanas en las que no encuentras mucho tiempo para ver los vídeos, pero yo creo que se entiende mucho mejor la asignatura así. Además, la organización está muy bien, las clases están muy bien preparadas y hay una buena coordinación entre los profesores de la asignatura (cosa que en otras no ocurre). Creo que el formato está bien y no cambiaría gran cosa.</p>
<p>Me gusta la parte de vernos vídeos de la parte teórica antes de las clases pero en el tema de resolver ejercicios preferiría que se hicieran mas ejercicios resueltos por ti y quiza solo en las ultimas 2 clases de cada tema intentasemos hacerlos nosotros mismos, ya que a la hora de estudiar noto una falta de ejercicios practicos.</p>
<p>Me gusta este formato ya que personalmente me viene muy bien verme los vídeos en casa y familiarizarme un poco con el contenido ya que las clases presenciales las aprovecho más al tener ya idea sobre lo que estamos haciendo y me "obliga" un poco a trabajar más en casa</p>
<p>Pros: ayuda a seguir la asignatura más al día y a poder realizar más ejercicios, que en esta asignatura ayuda mucho, además considero que el tiempo que he tenid que dedicar a la preparación de la prueba parcial ha sido menor debido a lo anterior</p>
<p>Me gusta el formato pero echo de menos tener subidos los ejercicios resueltos al menos al final de cada tema para poder estudiarlos para el examen</p>
<p>Personalmente, creo que este formato de los vídeos está bastante bien.</p>
<p>El formato está bien. Para mejorarlo, solo faltaría que se subiesen, si es posible, las respuestas de los Polleverywhere.</p>
<p>la verdad me gusta bastante porque así me obligo a verme los videos a la semana y me entero mejor de lo q vemos en clase además de que se hagan preguntas en los videos para que haya q estar mas atento esta muy bien quizas la semana que subisteis 4 videos fue excesivo pero por lo general si no sobrepasa los 15min esta muy bien</p>
<p>Cuando los vídeos que son muy largos suponen una carga de trabajo extra. Agradecería si es posible, que en estos casos o bien sean más esquematizados y la profundización en el tema ocurra en clase, o bien que sean divididos en varias partes.</p>
<p>Me gusta mucho el formato, agradecería un texto de apuntes para complementar las presentaciones y los vídeos. Más allá de eso es bastante más leve la clase si ya has visto antes algo con una explicación, no sólo leer un texto, y dar cosas más interesantes en el aula. De hecho me ha frustrado ve cómo me ha salido el examen porque con las explotaciones entendí bastante bien todo y si diera clases sería un modelo que preferiría seguir antes que otros formatos que utilizan el resto de profesores</p>

Para mí esta bien, seguiría con el modelo así. Como cosas a mejorar quizá en las clases de teoría hacer más hincapié en lo más importante de cada asunto, que en general se hace, pero a veces me da la sensación de que no tanto como se debería
Muy de acuerdo con el formato. No se me ocurre qué cambiar. Exige trabajar en casa pero no te deja "tirado", porque en clase se acompaña bien lo que se va estudiando
Sinceramente es la asignatura que más al día llevo desde que entré en la carrera, así que muy satisfecho, que de algún modo también está haciendo que me guste más la óptica.
Con este formato me he resultado más sencillo para llevar la asignatura al día y asentar los conceptos más rápido. Por otro lado, con los vídeos previos se hace más sencillo entender las explicaciones de clase y ser más eficiente en la misma
Me ha resultado bastante interesante por lo que me ha motivado a llevar la asignatura al día.
Son clases interactivas y esto hace que las dudas de los demás salgan a la luz, esto también nos ayuda a nosotros porque nos pueden surgir las mismas preguntas, por lo que creo que es una buena forma de dar las clases.
Facilita mucho llevar la asignatura al día y permite llevar a cabo más ejercicios prácticos en clase, lo cual me parece bastante provechoso.
Lo veo bien por la parte de que nos induce a participar más activamente
Me parece una buena opción para trabajar la asignatura en casa y aplicarla en clase al día siguiente, aunque en mi opinión a veces los vídeos duran más de lo que me gustaría.
Me parece un desarrollo de la asignatura muy bueno
Yo preferiría que a la hora de hacer los ejercicios simplemente los resolvieras tu, para agilizar mas la clase, ademas de que los subieras resueltos a studium
Todo bien.
A mi me parece muy buena la dinámica de clase. Yo lo dejaría así

8.2. Encuesta a los estudiantes de la asignatura A2: 100829 - Óptica II, de tercer curso del Grado en Física, realizada tras el segundo bloque (de 3) de la asignatura (27 de abril de 2022).



8.3. Encuesta a los estudiantes de la asignatura A8: 104100 – Física I, de primer curso del Grado en Ingeniería Química, realizada al concluir la asignatura

Encuesta Videoproblemas

Esta actividad se ha incluido este año por primera vez en la asignatura y somos conscientes de que no está perfectamente pulida. Por eso es muy importante para nosotros que sepamos vuestra opinión acerca de la actividad para que podamos mejorarla de cara a otros años y que vuestros compañeros no sufran de los *infortunios* que os habéis encontrado vosotros.

1 ¿Has realizado la actividad?

Respuesta	Media	Total
Sí	 100%	11
No		0

3 Si la actividad no contara para la nota, ¿crees que hubieras participado igual?

Respuesta	Media	Total
Sí	 25%	2
No	 75%	6
Total responses to question		 73% 8/11

- Objetivos de la actividad.

- Esta actividad tiene como fin fomentar que los alumnos resuelvan por su cuenta los problemas no resueltos en clase y que compartan con sus compañeros la resolución y las dificultades que han obtenido.

4 ¿Crees que ha cumplido la actividad propuesta con sus objetivos?

Respuesta	Media	Total
Sí	 70%	7
No	 30%	3
Total responses to question		 91% 10/11

- **Información de la actividad.**
- Al principio del curso se propuso la actividad en clase y se informó en un documento de Studium.

5 ¿Crees que ha sido suficiente la información obtenida acerca de la actividad?

Respuesta	Media	Total
Sí	 91%	10
No	 9%	1
Total responses to question		11/11

6 Comenta tu respuesta:

Encuestado	Respuesta
	Creo que se podría haber puesto un ejemplo de un videoproblema, para que quedara más claro cómo hacerlo.

7 La actividad permitía que los alumnos formaran grupos de máximo 3 personas a elección propia. ¿Crees que se deberían haber hecho los grupos por el profesor?

Respuesta	Media	Total
Sí	 20%	2
No	 80%	8
Total responses to question		10/11

Dedicación de la actividad

En relación al **esfuerzo** que te ha supuesto la actividad, responde del 1 al 10 cuánto esfuerzo has dedicado comparado con:

8 Peso de los vídeos respecto a la asignatura total.

Respuesta	Media	Total
2	18%	2
4	18%	2
5	18%	2
6	18%	2
9	18%	2

9 Peso de los vídeos respecto a la resolución de otros problemas de la asignatura.

Respuesta	Media	Total
2	18%	2
5	27%	3
6	18%	2
7	9%	1
9	18%	2

En relación al **rendimiento** que has obtenido de esta actividad, responde del 1 al 10 cuánto rendimiento has obtenido en relación con:

10 Utilidad de la actividad respecto a la asignatura total.

Respuesta	Media	Total
2	17%	2
5	8%	1
7	17%	2
8	17%	2
10	33%	4

11 Utilidad de la actividad respecto a la resolución de otros problemas de la asignatura.

Respuesta	Media	Total
2	17%	2
4	8%	1
7	25%	3
8	8%	1
10	33%	4

12 ¿Cómo crees que es el baremo esfuerzo-aprendizaje? Responde del 1 al 10, donde 1 es mucho esfuerzo y ningún aprendizaje y 10 es poco esfuerzo y mucho aprendizaje.

Respuesta	Media	Total
4	17%	2
5	17%	2
7	17%	2
8	8%	1
10	33%	4

13 ¿Has tenido que dedicar más tiempo a estudiar la asignatura para poder hacer el vídeo?

Respuesta	Media	Total
Sí	20%	2
No	80%	8

14 Comenta si en el proceso de creación del vídeo te has encontrado con dudas y cuáles han sido dichas dificultades.

Encuestado	Respuesta
Me he encontrado con la dificultad de realizar una explicación que pueda entender el mayor número de personas posible.	
No he tenido dificultades	

15 ¿Qué recursos has utilizado para la actividad?

Encuestado	Respuesta
Utilización del programa word con grabación de pantalla y audio, además de la visualización de ejercicios tipo de clase o internet.	
una pizarra y un móvil	
Presentación de Power Point	
un ordenador, un bolígrafo, un micrófono y un folio	

16 ¿Has encontrado alguna dificultad para manejar las herramientas empleadas en la elaboración del vídeo?

Respuesta	Media	Total
Sí	18%	2
No	82%	9

- Videos compartidos.

18 Los vídeos realizados se comparten con el resto de compañeros de la actividad. ¿Ha supuesto esto un problema a la hora de decidirte a hacer el vídeo?

Respuesta	Media	Total
Sí	10%	1
No	90%	9

20 ¿Has tenido la ocasión de consultar los vídeos de tus compañeros?

Respuesta	Media	Total
Sí	91%	10
No	9%	1

21 ¿Qué porcentaje de vídeos de tus compañeros crees que has consultado? Responde del 1 al 10.

Respuesta	Media	Total
1	9%	1
2	9%	1
3	9%	1
6	9%	1
7	9%	1
8	27%	3
9	9%	1
10	9%	1

22 Del 1 al 10, ¿de cuánta utilidad han sido los vídeos de tus compañeros para el estudio de la asignatura?

Respuesta	Media	Total
1	9%	1
3	27%	3
5	9%	1
7	9%	1
8	9%	1
9	9%	1
10	18%	2

23 Y en relación a los problemas resueltos en los seminarios, ¿los vídeos de tus compañeros han sido más o menos útiles para tí?

Respuesta	Media	Total
3	11%	1
4	11%	1
5	11%	1
7	22%	2
8	22%	2
10	11%	1

- Evaluación de la actividad.

24 ¿Crees que la evaluación de la actividad es acorde al esfuerzo que has invertido en ella?

Respuesta	Media	Total
4	9%	1
5	9%	1
7	27%	3
8	27%	3
9	9%	1
10	18%	2

Comentarios adicionales.

25 Valora de manera general el desarrollo de la actividad del 1 al 10

Respuesta	Media	Total
5	27%	3
6	9%	1
8	18%	2
9	18%	2
10	27%	3

26 Comenta qué modificarías acerca de la actividad y, si quieres, desarrolla algún comentario acerca de las preguntas anteriores.

Encuestado	Respuesta
	La actividad propuesta me parece una muy buena idea para entender los ejercicios del boletín. En mi caso, los vídeos realizados por los compañeros ya eran de mi comprensión. Es por ello que hubiera estado bien una mayor amplitud de grabaciones.
	Darí algo más de información y algún ejemplo, que aclare un poco cómo hacer el vídeo.
	Algo que me gustaría comentar es que cuando se lleven a cabo este tipo de actividades, todo aquel que quiera aportar un video se asegure de que se le entiende bien tanto cuando habla/ explica como cuando escribe.