



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE ID2020/040

**Nueva metodología y recursos online para la
adaptación de las prácticas de laboratorio de
Óptica a escenarios docentes con diferente grado
de presencialidad**

Coordinador:

Enrique Conejero Jarque

Equipo:

Benjamín Alonso Fernández
Aurora Crego García
Ana García Cabrera
Alba de las Heras Muñoz
Carlos Hernández García
Eduardo Warein Holgado Lage
Ignacio López Quintás
Miguel López Ripa
Laura Rego Cabezas
Carolina Romero Vázquez
Javier Rodríguez Vázquez de Aldana
Francisco Javier Serrano Rodríguez
Íñigo Juan Sola Larrañaga

Universidad de Salamanca
Salamanca, 30 de junio de 2021

1. Introducción

La situación de pandemia COVID19 que vivimos desde hace más de un año ha tenido un profundo impacto en las actividades docentes y ha obligado a desarrollar estrategias para afrontar la situación. En particular, este proyecto nace de la necesidad de dar respuesta a la problemática asociada a las prácticas en el contexto actual en el que la presencialidad, inherente a toda actividad experimental, ha sido drásticamente reducida. Por otra parte, además de dar una respuesta a la situación inmediata, el proyecto pretende explorar una serie de metodologías y herramientas que pudieran ser complementarias y de interés en un futuro de vuelta a la normalidad, con las actividades prácticas de nuevo completamente presenciales.

2. Objetivos

Como se planteó en la propuesta, el objetivo general del proyecto es la creación de una plataforma o entorno virtual para los laboratorios del área de Óptica. En el caso de presencialidad reducida que estamos viviendo, este entorno virtual, que se suele emplear normalmente como complemento, ha adquirido un gran protagonismo. Este enfoque ha implicado desarrollar material online y metodologías docentes para las prácticas en cualquiera de los escenarios posibles.

Los objetivos particulares del proyecto han sido:

- 01) Desarrollo de metodología docente para modalidades presenciales, semipresenciales y online de prácticas.
- 02) Desarrollo de contenido online para las prácticas asignadas al área de Óptica.
- 03) Aplicación de metodologías y contenidos según el escenario que se declare.

Las asignaturas implicadas en el presente proyecto son las siguientes:

- A1: 100827 - Laboratorio de Óptica, asignatura obligatoria de tercer curso del Grado en Física.
- A2: 100809 - Laboratorio de Física, asignatura básica de primer curso del Grado en Física.
- A3: 100823 - Óptica I (seminarios), asignatura obligatoria de tercer curso del Grado en Física.
- A4: 100829 - Óptica II (seminarios), asignatura obligatoria de tercer curso del Grado en Física.
- A5: 100851 - Óptica Coherente, asignatura optativa de cuarto curso del Grado en Física.
- A6: 304316 - Bases de Óptica (prácticas), asignatura de complementos formativos del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres.
- A7: 304322 - Laboratorio de Láseres, asignatura obligatoria del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres.
- A8: 304321 - Instrumentación y técnicas de análisis del haz láser, asignatura obligatoria del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres.

A9 - 304335: Laboratorio de Láseres Intensos, asignatura optativa del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres.

A10 - 304330: Aplicaciones de los láseres al procesado y caracterización de materiales, asignatura optativa del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres.

A11 - 104105: Física II (prácticas), asignatura básica de primer curso del Grado en Ingeniería Química.

A12 - 104004: Física II (prácticas), asignatura básica de primer curso del Grado en Química.

A13 - 304324: Pulsos Ultracortos (visita virtual al laboratorio de investigación de láseres pulsados), asignatura obligatoria del Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres.

Por lo tanto, se abarca un buen número de asignaturas que, aunque comparten un alto grado de experimentalidad, presentan una gran variedad de tipologías (titulación, nivel académico, etc.). Ello ha hecho que los enfoques metodológicos sean flexibles para adaptarse a cada contexto.

3. Material y recursos empleados

En el presente proyecto, para el trabajo presencial se han empleado los espacios de docencia (T0102, T0107, T0110, T0207) e investigación (T0406 y T0401) del área de Óptica en el Edificio Trilingüe de la Facultad de Ciencias.

En cuanto a material, se ha empleado:

- A. Trípode y cámara de 360º: Se han cofinanciado a cargo del área de Óptica.
- B. Software de creación de recorridos virtuales interactivos. Se adquirió una licencia de 3DVista VirtualTour Pro (<https://www.3dvista.com/es/products/virtualtour>). El conjunto de cámara y el software han completado la plataforma virtual, generando imágenes y vídeos en 360º que permitan recrear en el laboratorio, y en las que se integren contenidos y herramientas a través de enlaces interactivos, ejerciendo de nexo de unión entre ellos.
- C. Material y recursos previamente disponibles en el área de Óptica: teléfonos móviles y cámaras (del área y personales), trípodes, herramientas informáticas (Matlab, Mathematica, software de edición de material audiovisual), etc.
- D. Plataforma de Moodle de la Universidad de Salamanca (Studium).

4. Metodología

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

Organización de tareas

Desde la propuesta inicial se establecieron cuatro tipos de tareas:

T1) Establecimiento de la metodología docente para cada asignatura (O1).

Al comienzo de cada cuatrimestre se han analizado las diversas metodologías, dependiendo de la asignatura y la situación en ese momento (algo que sobre todo en el primer semestre iba cambiando de semana en semana), siguiendo fichas y

adendas de las asignaturas. Los criterios que han cumplido las actividades y contenidos, de acuerdo con lo propuesto inicialmente, han sido:

- Estar encaminados a que los estudiantes adquieran las competencias necesarias en cada asignatura.
- Al mismo tiempo, los de carácter básico deben ser útiles para varias asignaturas.
- Exigir de los estudiantes un grado de dedicación similar al necesario en las prácticas de laboratorio convencionales.
- Ser flexibles, previendo alternativas en función de la evolución de la pandemia.
- Si son evaluables, que las herramientas y criterios de evaluación sean claros desde el principio.

Responsables:

Enrique Conejero ha actuado como coordinador general. La Tabla 1 resume los responsables por cada una de las asignaturas:

Asignatura	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Responsable	I. Sola	J. Rodríguez	E. Conejero	C. Hernández	J. Rodríguez	B. Alonso	I. López
Asignatura	A8	A9	A10	A11	A12	A13	
Responsable	B. Alonso	I.Sola	J. Rodríguez	C. Romero	C. Romero	I. Sola	

Tabla 1. Responsables de la metodología en cada asignatura

T2) Elaboración de contenidos (O2).

Se han identificado los contenidos necesarios en función de las metodologías utilizadas en cada caso específico, para poder emplearlos en varias asignaturas:

- Montaje de las prácticas y toma de datos. En el caso de no presencialidad, los estudiantes trabajan con los resultados y deben interpretarlos.
- Videos y fotografías de los montajes, en los que se presentan y describen las prácticas y procedimientos experimentales. Se presentan como tutoriales y píldoras.
- Desarrollo de *scripts* y aplicaciones de simulación. Con estas herramientas, los estudiantes pueden trabajar diversos aspectos de las prácticas, conceptos y procedimientos experimentales.
- Diseño de experimentos sencillos que los estudiantes pueden realizar en sus casas con materiales de la vida cotidiana.

Tarea	T2a	T2b	T2c	T2d
Responsables	C. Romero	A. García	B. Alonso	A. Crego
	I. López	A. de las Heras	C. Hernández	W. Holgado
	J. Rodríguez	L. Rego	F.J. Serrano	M. López
	I. Sola			

Tabla 2. Responsables de las distintas tareas de elaboración de contenidos.

Responsables: Cada tarea ha tenido varios responsables, de acuerdo con la Tabla 2.

T3) Integración de recursos en Studium (O1, O2).

Tras confeccionar los contenidos siguiendo las metodologías planteadas en cada asignatura, se incorporaron en Studium antes del desarrollo de las prácticas.

Responsables: Los mismos que en la tarea T1 más Javier Serrano, que se encargó del soporte técnico y de analizar las mejores soluciones técnicas disponibles.

T4) Desarrollo de las prácticas (O3).

Con la metodología lista y el material integrado en Studium, se desarrollaron las prácticas. Cuando las circunstancias cambiaron (por ejemplo, confinamientos de grupos de alumnos), se modificaron la metodología y los contenidos para adaptarlos a la nueva situación.

Responsables: Coordinación: Enrique Conejero; en cada asignatura han participado los encargados de su docencia, que se muestran en la Tabla 3. Con respecto a la solicitud del proyecto se han producido algunos pequeños cambios debido a modificaciones en la asignación docente de varias asignaturas y se ha incluido al investigador predoctoral Ali Esquembre, que se ha incorporado como colaborador docente en las asignaturas A11 y A12.

Asignatura	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Profesorado	E. Conejero	A. García	E. Conejero	A. de las Heras	J. Rodríguez	B. Alonso	B. Alonso
	A. Crego	L. Rego	I. Sola	C. Hernández		E. Conejero	I. López
	A. de las Heras	J. Rodríguez					C. Romero
	M. López						I. Sola
	I. López						
	I. Sola						
Asignatura	A8	A9	A10	A11	A12	A13	
Profesorado	B. Alonso	I. Sola	E. Conejero	A. Crego	A. Crego	E. Conejero	
	I. López		J. Rodríguez	A. Esquembre	A. Esquembre	I. Sola	
				M. López	A. García		
				C. Romero	I. López		
					M. López		
				C. Romero			

Tabla 3. Profesorado que participa en la docencia de cada asignatura.

T5) Evaluación (Todos los objetivos). Se efectuó esta tarea para extraer conclusiones de la experiencia y mejorar los resultados del proyecto. La evaluación se efectuó al final de cada cuatrimestre y del proyecto, aplicando instrumentos de evaluación (ver apartado evaluación al final de la memoria) en varias de las asignaturas involucradas.

Responsables: Todos los miembros del equipo.

Metodología

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

- Diseño y ejecución de contenidos

- Elaboración de vídeos: Normalmente se ha comenzado confeccionando un guion previo de los videos, teniendo en cuenta los objetivos y metodologías particulares de la actividad. En una segunda fase, se realizaron las fotografías y videos de los materiales y procedimientos empleados. Para ello se utilizaron cámaras, dispositivos móviles personales y la cámara 360º (esta cámara llegó para el segundo cuatrimestre). Posteriormente se editó el material empleando software libre y, en el caso de la cámara 360º, el software adquirido.
 - Preparación de prácticas virtuales: en los casos en que ha sido necesario, se han desarrollado aplicaciones de simulación de las prácticas, empleando software como Mathematica y Matlab, de los que la Universidad tiene licencia y por tanto todos los estudiantes pueden utilizar.
 - Diseño de experimentos caseros: En alguna situación ha sido conveniente diseñar experimentos caseros, buscando un mayor grado de implicación de los estudiantes. También se han propuesto retos a efectuar en casa y luego subir videos o material sobre los resultados.
- Integración de contenidos
Todos los contenidos (material audiovisual, aplicaciones, simulaciones, páginas web de elaboración propia, presentaciones interactivas, etc.) se han subido a la plataforma Studium, siguiendo la estructura de cada asignatura y combinándolos con foros, tareas, etc. Cuando se han empleado webs externas (por ejemplo, presentaciones de Genially), se han puesto los enlaces en Studium. Las visitas de 360º han sido subidas a un servidor del área y el enlace puesto en Studium.
 - 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 cinco asignaturas involucradas en el primero y ocho en el segundo. Se ha repetido el mismo esquema temporal en cada cuatrimestre (ver Tabla 4, cronograma).

Las primeras actividades comenzaron en septiembre de 2020, para tener a punto el material de las primeras asignaturas (A1, A6, A7 y A8). En cada cuatrimestre, se preparó la metodología (T1) y los contenidos (T2). Los contenidos fueron integrados (T3), y se emplearon en cada asignatura (T4). Al final de cada cuatrimestre se evaluaron proceso y los resultados (T5). Al finalizar el curso (tras todas las evaluaciones, aún en curso) se ha analizado el proyecto en su totalidad.

	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
T1										
T2										
T3										
T4										
T5										

Tabla 4. Cronograma del proyecto. T1, T2... denotan las tareas y los números, los meses de 2020 (9: septiembre, 10: octubre, etc.) y 2021 (1: enero, 2: febrero, etc.)

5. Actividades desarrolladas

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

A1. Laboratorio de Óptica, Grado de Física

Contexto de la asignatura:

Asignatura de carácter obligatorio de tercer curso del Grado en Física que se imparte durante el primer cuatrimestre. En condiciones normales, consta de ocho prácticas impartidas por profesorado del Área de Óptica. Sin embargo, se ha suprimido una práctica que requería una presencialidad incompatible con la situación de emergencia sanitaria existente durante el otoño de 2020 en Salamanca. Durante el curso 2020-2021, la asignatura ha contado con 58 estudiantes matriculados.

T1) Planificación docente

La situación sanitaria y la decisión de la Facultad de Ciencias de impartir la docencia con una presencialidad del 50% hicieron necesarias una serie de medidas y modificaciones excepcionales:

- A. Las prácticas se efectuaron individualmente, a diferencia de otros años en que se trabajaba en grupos de dos o tres personas. Esta medida era la única opción que se vio para garantizar la distancia social en el laboratorio. Por supuesto, tuvo un profundo impacto en la estructuración de la asignatura.
- B. Se decidió suprimir la práctica de holografía (práctica 8), dado que su alto grado de presencialidad y manipulación de material hacía muy difícil su virtualización, así como el hecho de implicar el tránsito de alumnos por zonas ocupadas por otros compañeros para llegar a la sala de revelado. Además, dicha sala no está ventilada de una forma compatible con los protocolos COVID19 de la Facultad de Ciencias.
- C. Se reestructuraron los puestos de prácticas. Se habilitaron doce puestos individuales de prácticas, más que lo habitual, pero usando todo el espacio disponible, con distancias superiores a dos metros entre ellos. Se mantuvieron los laboratorios de prácticas convenientemente ventilados y con las precauciones necesarias (gel hidroalcohólico, gafas de seguridad, etc.). Todos los puestos de

- trabajo, a diferencia de otros años, se emplearon durante el cuatrimestre completo para la misma práctica.
- D. Se estableció un protocolo de seguridad por el que los estudiantes debían limpiar los puestos al inicio y fin de cada práctica. Posteriormente, los profesores efectuaban una limpieza adicional del puesto y material empleado, para aumentar la seguridad.
 - E. Se estructuró un calendario de prácticas de forma que todos los estudiantes efectuaran cuatro prácticas presenciales y tres de forma remota. Dos de las prácticas fueron realizadas presencialmente por todos los estudiantes y otra de manera virtual por todos. Para el resto de las prácticas, hubo estudiantes que las realizaron presencial o remotamente, dependiendo del calendario y los turnos. No obstante, se prepararon materiales (vídeos, aplicaciones, etc.) para todas las prácticas, de forma que se pudiese pasar a modo remoto todo el curso si las circunstancias lo imponían. De hecho, eso ocurrió durante una semana, en la que hubo que pasar a la plataforma Studium dado que varios casos positivos covid19 de estudiantes llevaron a confinar a profesores (finalmente el episodio no involucró nuevos casos).
 - F. Se modificaron los seminarios iniciales de las prácticas, efectuándolos de manera remota y no síncrona. Consistieron en vídeos y presentaciones que se incorporaron al material en Studium y que los estudiantes debían ver antes de las prácticas. Se habilitaron foros de dudas.
 - G. En cuanto a las pruebas de evaluación, estas sufrieron modificaciones circunstanciales, pero no estructurales. Por un lado, las dos tandas de entrevistas a los alumnos se efectuaron vía videoconferencia, en vez de presencialmente, como solía ser lo habitual. No hubo grandes diferencias reseñables. Por otro lado, se mantuvo la prueba escrita, observando el protocolo de seguridad de la Facultad de Ciencias.

T2) Elaboración de contenidos

Con objeto de virtualizar las prácticas, se ha desarrollado el siguiente material docente para cada una de las prácticas:

- A. Seminarios de introducción a las prácticas. Píldoras audiovisuales (una por práctica, en algún caso con el añadido de material complementario sobre técnicas experimentales) en las que se explica la base teórica de cada práctica, en qué consisten y qué se va a trabajar en el laboratorio. Se acompañan con un fichero incluyendo las diapositivas.
- B. Vídeo-guiones de las prácticas (uno por práctica más, en algún caso, material complementario sobre técnicas experimentales). En estos vídeos se ilustra con ejemplos e imágenes de laboratorio el guion de la práctica. Se realizaron grabando las prácticas efectuadas por los profesores.



Figura 1. Captura de pantalla del video-guion de la Práctica 6

- C. Presentaciones interactivas de material (presentaciones en Genialy).
- Material Práctica 1.
<https://view.genial.ly/5f315fe69a67350d7bac3dd5/interactive-image-material-practica-1>
 - Material Práctica 2.
<https://view.genial.ly/5f6b77db6d3a8f1304f7aa4d/interactive-image-material-practica-2>
 - Material Práctica 3.
<https://view.genial.ly/5f6b890909c3b80cfdcae20c/interactive-image-material-practica-3>
 - Material Práctica 4.
<https://view.genial.ly/5f354f211fb1600d8e95d041/interactive-image-material-practica-4>
<https://view.genial.ly/5f1ef9c6a1a5620d68852d66/dossier-alineamiento-espectrogoniometro>
 - Material Práctica 5.
<https://view.genial.ly/5f6ba40e09c3b80cfdcae4a4/interactive-image-material-practica-5>
 - Material Práctica 6.
<https://view.genial.ly/5f6bb250a5d672131120faa2/interactive-image-material-practica-6>
 - Material Práctica 7.
<https://view.genial.ly/5f196d62a07dc10d6f7ff2a3/interactive-image-material-practica-7>
- D. Medidas “virtuales” para las prácticas realizadas remotamente. Se trata de una serie de fotografías y vídeos en los que se registran medidas experimentales que los

estudiantes deben interpretar para realizar la práctica en modo remoto. Un ejemplo se presenta en la Figura 2.

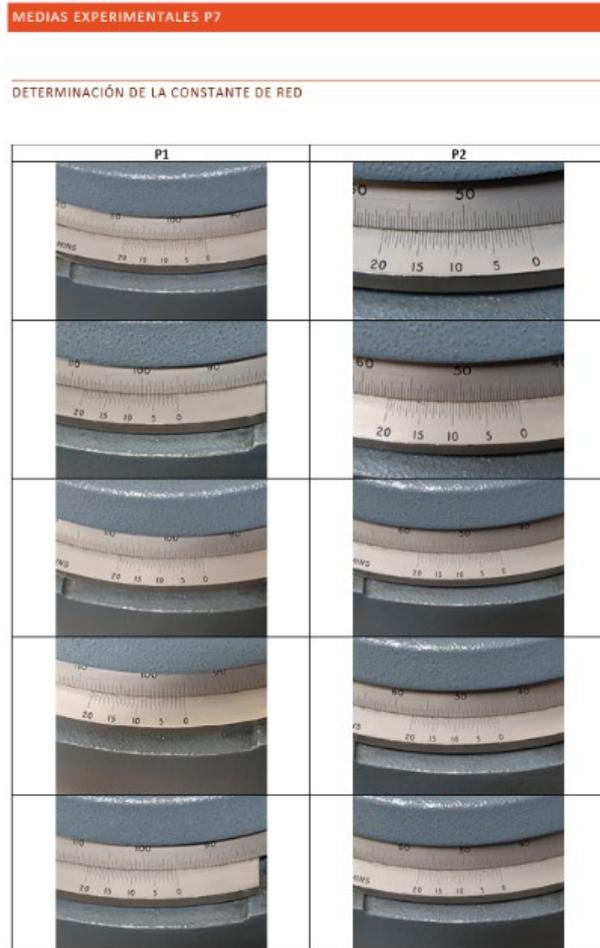


Figura 2. Ejemplo de medidas para su interpretación y trabajo en modo remoto. Se presentan fotografías de las medidas requeridas en el guion de la práctica. Los estudiantes deben realizar la lectura de las mismas y trabajar con ellas (cálculo de magnitudes requeridas, errores, etc.).

Debido a que el curso estaba organizado de forma que todas las prácticas debían estar operativas desde el primer día, hubo que preparar todo el material antes del inicio de las actividades lectivas.

T3) Integración en Studium

Se incorporó todo el material a Studium antes del inicio del curso, manteniendo el mismo patrón para cada práctica:

- A. Foro de dudas de la práctica.
- B. Introducción
 - a. Seminario de introducción a la práctica (presentación Powerpoint).
 - b. Seminario de introducción a la práctica (vídeo).
 - c. Material introductorio adicional.
- C. Desarrollo de la práctica.

- a. Guion de la práctica.
- b. Video-guion de la práctica.
- c. Material (presentación interactiva).
- d. Práctica online (visible en caso de efectuarse de manera remota).
 - i. Medidas para interpretar.
- e. Entrega del informe de la práctica
 - i. Modelo de informe.
 - ii. Tarea de entrega.
- f. Material complementario
 - i. Enlaces y material de interés.

Según este esquema, la plataforma Studium actúa como eje vertebrador de la asignatura. Para las entrevistas individualizadas de alumnos y para tutorías se emplearon aulas virtuales de Google Meet.

T4) Desarrollo de las prácticas

Como se ha comentado previamente, se elaboró todo el material y se incorporó a Studium antes del comienzo del curso, en octubre. El curso se estructuró de la siguiente forma:

- A. Tanda 1 de prácticas (4 semanas, los alumnos efectúan 1 práctica, presencial o virtual, por semana).
- B. Primera tanda de entrevistas (1 semana, se pregunta a los estudiantes por las prácticas que han efectuado en la Tanda 1 de prácticas).
- C. Tanda 2 de prácticas (4 semanas, los alumnos efectúan 1 práctica, presencial o virtual, por semana).
- D. Segunda tanda de entrevistas (1 semana, se pregunta a los estudiantes por las prácticas que han efectuado en la Tanda 2 de prácticas).
- E. Prueba escrita.

En líneas generales, se mantuvo el esquema descrito, con la excepción de la última semana de la tanda 1 de prácticas que hubo que pasar a modo virtual debido al confinamiento de algunos profesores al ser declarados contactos estrechos por haber coincidido con alumnos con PCR positiva (la segunda semana de confinamiento coincidió con la semana de entrevistas que, al hacerse de forma remota, no tuvo que ser modificada).

Al principio del curso se observó que un gran número de estudiantes no había mirado el material dispuesto en Studium. En consecuencia, fuimos estrictos con el tiempo de las prácticas, lo que implicó que muchas de esas personas no pudieran completar dicha práctica, con los consecuentes efectos en la memoria que debían presentar y en su evaluación. Para la siguiente práctica, el uso del material de Studium fue generalizado.

A2. Laboratorio de Física, Grado de Física

Contexto de la asignatura:

Asignatura de carácter básico de primer curso del Grado en Física que se imparte durante el segundo cuatrimestre. Consta de seis prácticas impartidas por profesorado de

distintas áreas y departamentos. En concreto, la práctica que corresponde a los profesores solicitantes del proyecto es la Práctica 3 (La imagen y fuentes de luz. Láser y espectroscopía), que consta de un seminario introductorio, tres sesiones de tres horas de duración cada una, más una sesión adicional de evaluación. Durante el curso 2020-2021, la asignatura cuenta con 66 estudiantes matriculados por lo que se organizan en seis grupos de once personas, que acuden por tandas al laboratorio.

T1) Planificación docente

La forma de organizar esta práctica previamente al COVID19 consistía en que los estudiantes realizaran tres experimentos, uno por sesión de prácticas. Disponíamos de cuatro puestos de trabajo para el mismo experimento, por lo que los estudiantes se repartían en esos cuatro puestos formando equipos de tres personas. Todos los puestos de trabajo se dedicaban cada día al mismo experimento. Con la actual normativa de distanciamiento, este planteamiento era inviable así que tuvimos que reorganizar completamente la práctica. La solución adoptada ha consistido en crear el mayor número de puestos de trabajo que, simultáneamente, permitan albergar los tres experimentos a la vez: el objetivo ha sido tratar de mantener la máxima presencialidad posible que, en una asignatura experimental, es imprescindible. Conseguimos montar: cuatro puestos individuales del experimento 1, dos puestos individuales del experimento 2, dos puestos dobles del experimento 3. De esta forma, en la primera sesión cada equipo realiza un experimento, y van rotando en sesiones sucesivas. El experimento 2, al poder albergar únicamente a dos estudiantes de manera simultánea, nos ha obligado a reducir su presencialidad a 1.5 horas, teniendo que cambiar completamente su formato y reajustándose los contenidos de manera proporcionada, de forma que dos estudiantes acuden al comienzo de la sesión, y a mitad de la sesión terminan su experimento, se higieniza, y acceden al experimento otros dos estudiantes. En los tres experimentos ha sido necesario adaptar los montajes y adquirir material adicional. Este planteamiento nos ha obligado a reforzar el profesorado que la atiende, teniendo que contar en todo momento con tres profesores en los laboratorios (cuatro salas independientes).

Otro aspecto que ha requerido replanteamiento ha sido el seminario introductorio que, antes de cada sesión, impartíamos en el laboratorio a todo el grupo de estudiantes. La solución adoptada ha sido la de elaboración de vídeos didácticos para que los estudiantes los visualicen previamente a acudir al laboratorio.

Finalmente, hemos tenido que modificar las pruebas de evaluación ya que una parte consistía en la realización de un cuestionario de Studium presencial, y no nos pareció recomendable que los once estudiantes pasaran por los únicos dos ordenadores de que disponemos en el laboratorio. Con el fin de suplir esta parte, tuvimos que elaborar material docente adicional.

En caso de tener que realizarse un confinamiento general, o bien parcial de uno o varios estudiantes, la opción sería pasar a realización de las prácticas de forma online. Para ello se ha creado un material específico de virtualización: vídeos complementarios a los introductorios, conjuntos de datos para los experimentos 1 y 2, y un listado de recursos multimedia accesibles en internet para el experimento 3.

T2) Elaboración de contenidos

- A. El primer bloque de contenidos a elaborar consistió en la adaptación de los experimentos al número de estudiantes de cada puesto, a las normas de higiene y al tiempo disponible. En el experimento 1 ha sido necesario:
- Montar un sistema de adquisición digital de imagen en el microscopio óptico para evitar el uso de oculares.
 - Montar un telescopio refractivo con lente convergente y divergente que permita observar objetos lejanos en el laboratorio, y pueda usarse de expansor de haz.
 - Adquirir dos lentes de focal pequeña (10 cm) para que un único estudiante pudiera medir las distancias objeto e imagen sin ayuda de un compañero.
- En el experimento 2, que ha sido el que más ha tenido que ser modificado al reducirse su presencialidad, ha sido necesario:
- Adquirir dos cuñas de vidrio para montar una experiencia de medida del índice de refracción. Montaje del experimento y diseño de los procedimientos de medida.
 - Realizar rendijas de tamaño micrométrico para montar un experimento de difracción. Para ello se utilizó el equipamiento del Laboratorio Láser de la USAL, realizándose microcanales en papel de grafeno en un soporte de borosilicato.
- En el experimento 3 no fue necesaria ninguna modificación del dispositivo experimental.
- B. El segundo bloque consistió en la elaboración de los nuevos guiones de prácticas, haciéndolos más descriptivos y autoexplicativos, e incluyendo las modificaciones oportunas de los experimentos. También fue necesario modificar los modelos de informe que les proporcionamos a los estudiantes para que trabajen sobre ellos.
- C. El tercer bloque fueron los videos explicativos de cada experimento, que de forma general llevaron la siguiente estructura:
- Vídeo 0: introducción a la práctica, normas del laboratorio y evaluación.
 - Vídeo 1: introducción al experimento y fundamento teórico.
 - Vídeo 2: procedimiento experimental.
 - Vídeo 3: desarrollo de la práctica.

Algunos de estos vídeos se dividieron en dos o más micro-píldoras de forma que su seguimiento fuera más ágil. Los vídeos 1 y 2 de cada experimento tenían como objetivo suplir el seminario introductorio de cada práctica y la explicación del material realizada en el laboratorio con todo el grupo en un escenario de docencia "normal". El vídeo 3 trata de reproducir el transcurso de toda la práctica, con objeto de ser utilizado en caso de confinamiento general o individual para la realización de la práctica en formato virtual.

La grabación de los vídeos introductorios fue realizada por Julio San Román y Javier Rodríguez, utilizando BlackBoard Collaborate sobre presentaciones Powerpoint. La grabación de los vídeos 2 y 3 de cada experimento, fue a realizada por Laura Rego y Ana García, utilizando su material fotográfico personal (cámara réflex y trípode) y haciendo posteriormente una gran labor de edición de los vídeos para mejorar su seguimiento y accesibilidad.

A continuación, se explican detalles de algunos de estos vídeos para ilustrar su contenido y su utilidad en el desarrollo de la asignatura.

Vídeo 2. Se trata de un vídeo sobre el experimento (1) para que vean todos los estudiantes en su casa previamente a la práctica. En este vídeo explicamos y mostramos el material experimental, el montaje que deben construir y alinear, y cómo debe realizarse la toma de medidas. El propósito es que lleguen al laboratorio con una mayor información sobre lo que van a hacer. De esta manera no es necesario que se les proporcionen tantas explicaciones “in situ”, con lo cual se reducen los riesgos de exposición al COVID19 y además estarán más capacitados para hacer las prácticas individualmente.

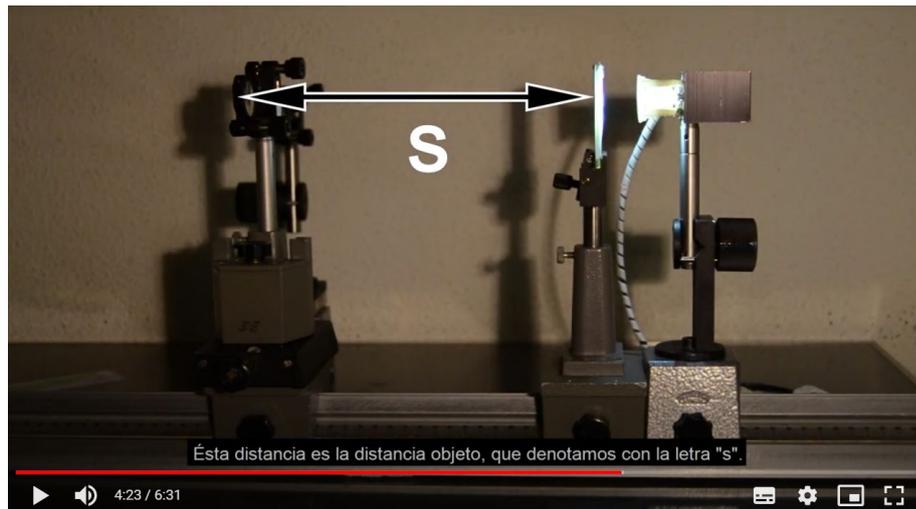


Figura 3. Capturas de pantalla de los vídeos sobre el procedimiento y el desarrollo de las prácticas.

Vídeos 3. Son vídeos para los posibles alumnos confinados sobre los tres experimentos. En estos videos proporcionamos información adicional para que los alumnos confinados vean cómo sería el desarrollo total de la práctica. Se les proporcionan valores de medidas para que puedan hacer los cálculos y el informe en casa.

- Experimento (1). En este vídeo sobre lentes y formación de imagen para los confinados planteamos y respondemos a las preguntas que les hacemos en el laboratorio. Ejemplos: ¿Cómo se distingue una lente convergente de una divergente? ¿Qué pasa al poner el objeto en el foco de la lente convergente? Además, les explicamos y mostramos el funcionamiento del microscopio.

- Experimento (2). En el vídeo sobre refracción y difracción explicamos el material, el montaje y la toma de medidas. Además, mostramos las experiencias que se verían en la práctica: dispersión cromática de una fuente de luz blanca tras atravesar un prisma, reflexión total en una cubeta y explicación sobre la fibra óptica, difracción en distintos obstáculos (rendijas de distintos tamaños y orientaciones, pelos, gafas de difracción) y explicación de las magnitudes de las cuales depende el patrón de difracción.

- Experimento (3). En este vídeo sobre la práctica de holografía mostramos todo el proceso de construcción de un holograma: material, montaje experimental, registro (incluyendo toma de medidas de potencia para calcular el tiempo de exposición), revelado y reconstrucción de la imagen del holograma.

Estos vídeos para los confinados no se han utilizado finalmente dado que, afortunadamente, no hubo ningún estudiante confinado durante el periodo de docencia de la asignatura.

El contenido de todos los vídeos está disponible solicitándolo a las autoras, Ana García Cabrera (anagarciacabrera@usal.es) y Laura Rego Cabezas (laura.rego@usal.es).



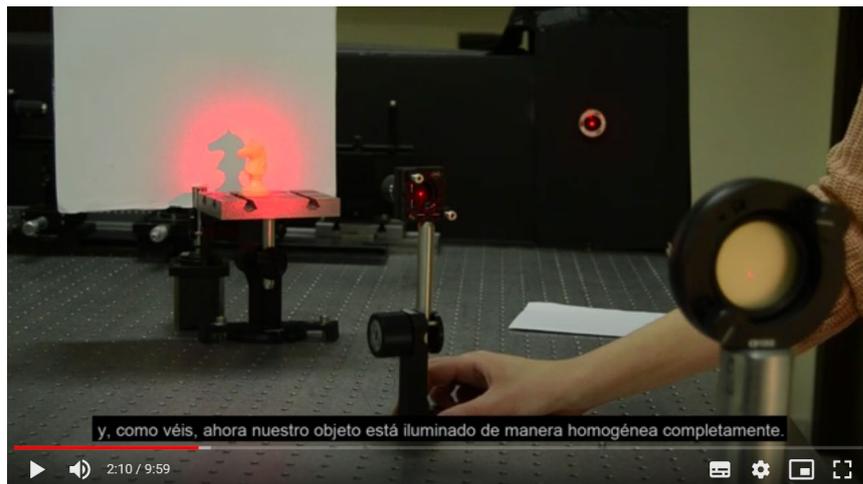


Figura 4. Capturas de pantalla de los vídeos para estudiantes confinados.

- D. El cuarto bloque consistió en la elaboración de los cuestionarios de evaluación. Para ello, como cada grupo de estudiantes realiza la evaluación en semanas diferentes, es necesario disponer de muchos modelos de cuestionario, pero tratando de que todos mantengan una uniformidad en cuanto a dificultad y contenidos. Cada cuestionario consistió en seis preguntas tipo test de respuesta múltiple y dos preguntas de tipo práctico en las que los estudiantes tenían que hacer un esquema de algún montaje realizado. Se han elaborado un total de diez modelos de cuestionario con preguntas diferentes.
- E. El último bloque engloba el material complementario para una situación de docencia íntegramente no presencial: datos adquiridos de los experimentos para su procesado por parte de los estudiantes (Experimentos 1 y 2) y material complementario de virtualización (Experimentos 1, 2 y 3). Se prepararon cinco conjuntos de datos diferentes para los experimentos 1 y 2, de forma que un hipotético estudiante eligiese uno de esos conjuntos en función del último dígito de su DNI.

T3) Integración en Studium

La incorporación de todo el material a Studium fue sencilla y se realizó de forma progresiva según iba estando disponible. La estructura de la página de la asignatura, que ya estaba bien organizada, favoreció la incorporación de contenidos. Los vídeos destinados a la posible docencia online, así como los conjuntos de medidas, permanecen ocultos para los estudiantes para simplificar la estructura de la página y únicamente podrán acceder los estudiantes que tengan que realizar cuarentena. En caso de confinamiento general, se harían visibles a todo el curso.

Se ha creado también en la página el enlace a un aula virtual de BlackBoard Collaborate para el caso de necesitar algún seminario o tutoría online.

T4) Desarrollo de las prácticas

Finalmente no se ha producido ningún cambio de escenario, y tampoco hemos tenido ningún estudiante en cuarentena, por lo que la docencia se ha realizado en el escenario semipresencial previsto.

En general, los estudiantes llegaban al laboratorio habiendo visualizado los vídeos y con un conocimiento bastante significativo del fundamento y desarrollo la práctica. En las evaluaciones realizadas los resultados han sido apreciablemente mejores que en cursos anteriores. Pensamos que en este resultado influyen varios factores además del material puesto a su disposición que se ha detallado más arriba: por un lado, un considerable interés por parte del alumnado en los experimentos realizados (realizaban muchas preguntas y trataban de entender todo con gran detalle), y por otro, el reducido número de estudiantes por profesor que había en cada sesión (tres o cuatro), inferior al de cursos anteriores.

A3. Óptica I (seminarios), Grado de 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 77 estudiantes matriculados. En condiciones normales, esta asignatura incluye doce sesiones de seminarios. Sin embargo, la situación de presencialidad al 50% del presente curso ha conllevado una reestructuración. La asignatura fue impartida siguiendo una metodología de aula invertida, proporcionando a los estudiantes previamente vídeos con las explicaciones teóricas y empleando las sesiones presenciales para resolver dudas y problemas. Bajo esta configuración, hubo que reducir el número de seminarios impartidos a únicamente tres.

T1) Planificación docente

Debido al cambio de planificación debido a la situación de presencialidad al 50%, la mayor parte de las actividades programadas en el marco de los seminarios sufrió una gran alteración, por lo que no se elaboraron contenidos para los mismos. Sin embargo, se estimó que era necesario diseñar y programar actividades de carácter voluntario para motivar a los estudiantes y complementar su formación. Así, se propuso una actividad denominada “¿Lo puedes explicar?”, en la que se planteaba un problema de óptica con elementos de la vida cotidiana y se animaba a los estudiantes a estudiarlo, ya fuese teórica, experimentalmente o de las dos formas. Los resultados se mandarían en forma de documento o video. Se emplearon metodologías como aprendizaje por descubrimiento y *design thinking*. La actividad estuvo abierta desde finales de noviembre de 2020 hasta la evaluación, en enero de 2021. Al ser de carácter voluntario, a los participantes se les evaluó hasta un punto extra sobre la nota global obtenida, en función de su trabajo y respuestas.

T2) Elaboración de contenidos

Se planteó la situación en la que una moneda bajo un vaso parece desaparecer si este es llenado con agua. Se elaboraron los siguientes contenidos:

- A. Vídeos planteando el problema, con ejemplos experimentales realizados en casa:



Figura 5. Captura de pantalla de video presentando el fenómeno a explicar

- B. Una vez acabado el plazo para la realización del reto, se hizo visible la discusión sobre el problema, incluyendo respuestas de estudiantes.

T3) Integración en Studium

Se integró la actividad en Studium junto al resto del material de la parte teórica de la asignatura (apuntes, presentaciones, vídeos, enunciados y problemas resueltos). Junto al material comentado, se dispuso una tarea para entregar las propuestas de los alumnos.

T4) Desarrollo de la tarea

El hecho de que la tarea fuese voluntaria hizo que el número de participaciones fuese bajo, ya que solo nueve personas mandaron respuestas. Dentro de ese número, la mayor parte de contribuciones fueron muy interesantes, abordando el reto ya fuese teórica o experimentalmente. Hubo casos de estudiantes que realizaron vídeos caseros demostrando sus hipótesis. En general, es una experiencia de gran interés que merecería ser explorada en profundidad en el futuro.

A4. Óptica II (seminarios), Grado de Física

Contexto de la asignatura:

Asignatura de carácter obligatorio de tercer curso del 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. Cuenta con una parte de teoría y una parte práctica, donde se han conjugado el desarrollo de prácticas en clase y la resolución de problemas aplicando los conceptos teóricos. Está impartida por dos profesores del área de Óptica del Departamento de Física Aplicada. Durante el curso 2020-2021, la asignatura cuenta con 76 estudiantes matriculados.

T1) Planificación docente

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

En cada semana, se han impartido cuatro horas de docencia presencial. Debido a la situación de semipresencialidad del curso académico 2020-2021, los estudiantes se han dividido en dos grupos, de tal manera que cada grupo asistía presencialmente dos horas a la semana. Ante esta situación, los profesores de la asignatura optaron por desarrollar un modelo de Aula Inversa. Para ello, se han elaborado píldoras docentes con los contenidos teóricos, de manera que los estudiantes los pudiesen visualizar y entender durante sus dos horas de clase “en casa”. Durante las dos horas de clase presenciales, se han desarrollado prácticas que han ayudado a entender los conceptos previamente en las píldoras, a la vez que se han resuelto problemas de una manera conjunta con el alumnado, con el objetivo de fijar los conceptos explicados en las píldoras.

Para evaluar la asignatura, dentro de la evaluación continua se han tenido en cuenta la elaboración de videos por parte de los estudiantes, bien resolviendo problemas, o bien desarrollando conceptos avanzados de la asignatura. La evaluación continua se ha completado con dos pruebas parciales presenciales.

T2) Elaboración de contenidos

Para desarrollar la metodología de aula invertida, se han elaborado los siguientes vídeos de contenido teórico con duraciones entre cinco y veinte minutos:

- Tema 1: Óptica de medios anisótropos (12 vídeos).
- Tema 2: Óptica no lineal (4 vídeos).
- Tema 3: Fundamentos de Óptica geométrica (3 vídeos).
- Tema 4: Formación de imagen y sistema ópticos (8 vídeos).
- Tema 5: Radiometría, fotometría, emisores y detectores (4 vídeos).
- Tema 6: El láser (2 vídeos).
- Tema 7: Fibras ópticas (3 vídeos).
- Tema 8: El ojo (1 vídeo).

También se han realizado una serie de vídeos específicos para la aplicación práctica de los conceptos desarrollados en las píldoras teóricas:

[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) Integración en Studium

Todo el material de la asignatura se ha ido añadiendo a Studium, de forma progresiva, según se avanzaba en los contenidos de la asignatura. Cada semana se enviaba un correo electrónico informando del material a trabajar en esa semana. También hemos creado un foro de tutorías en Studium con todos los participantes del curso, para poder ir preguntando y respondiendo dudas sobre la asignatura. En definitiva, Studium ha sido el punto de encuentro virtual en el que se han publicado todos los aspectos importantes de la asignatura, incluyendo los enlaces a las sesiones conjuntas de Google Meet, la resolución de las pruebas parciales y los resultados. De esta forma, los estudiantes en cuarentena podían seguir el ritmo de la asignatura.

T4) Desarrollo de las prácticas

En cuanto a las prácticas, se han realizado tres seminarios con demostraciones de experimentos sencillos sobre 1) Birrefringencia y dicroísmo, 2) Refracción cónica y 3) Fluorescencia y fosforescencia. Éstos se desarrollaron en el aula presencial, para favorecer la interacción. Los conceptos que se visualizaron en estas prácticas fueron explicados previamente en los vídeos anteriormente descritos. Igualmente, las clases de problemas, donde se ha puesto en práctica la teoría correspondiente a los videos, han sido presenciales y han contado con una alta participación del alumnado. También ha habido sesiones presenciales para insistir en aspectos clave de la teoría y resolver dudas.

A5. Óptica Coherente, Grado de Física

Contexto de la asignatura:

Asignatura optativa de cuarto curso del Grado en Física. Cuenta con una parte de teoría y una parte de laboratorio (dos prácticas). La primera práctica consiste en una sesión de dos horas en la que los estudiantes realizan una práctica de descubrimiento (hacen la práctica antes de ver los contenidos de teoría) y la segunda consta de una sesión de cuatro horas. En un año con docencia “normal”, la primera práctica se realiza en grupos de tres estudiantes a lo largo de varios viernes del curso, y la segunda en grupos de cuatro, en dos tardes de finales del curso. Este año ha habido dieciocho estudiantes matriculados.

T1) Planificación docente

En el modelo de presencialidad reducida en el que se está desarrollando el curso, nuestro planteamiento ha sido el de mantener las dos prácticas con la misma duración y formato,

pero reducir el número de estudiantes por grupo al mínimo, a costa de aumentar el número de sesiones de prácticas que han de impartir los profesores.

Para la práctica 1, dedicada a la difracción y al efecto Schlieren, hemos realizado equipos de trabajo de dos estudiantes, acudiendo al laboratorio cada uno de estos equipos los viernes por la mañana de 8 a 10. En caso de confinamiento general hemos buscado una alternativa de virtualización que consiste en la utilización de un software de simulación realizado por los profesores de la asignatura, con el que se podrían estudiar algunos de los fenómenos. Al tratarse de una práctica en la que el objetivo principal no es tanto la medida de una magnitud como la observación de cierta fenomenología y el montaje del dispositivo, no procede el facilitar a los estudiantes ningún conjunto de datos.

Para la práctica 2, dedicada a la holografía, hemos organizado equipos de trabajo de dos estudiantes. Cada tarde han venido dos equipos, por lo que se han impartido cinco sesiones de prácticas. Los contenidos se han mantenido sin variación con respecto a los de un año con presencialidad normal, si bien la parte de revelado químico ha sido realizada por el profesorado ya que la sala de revelado no se encuentra suficientemente ventilada como para albergar a más de un estudiante. La alternativa en caso de confinamiento no era sencilla ya que no hay software de simulación posible ni se puede virtualizar ninguna parte. En caso de ser necesario, nuestro planteamiento ha sido el de tener un conjunto de vídeos que permitan al menos visualizar el montaje y desarrollo de la práctica, y después realizar un pequeño trabajo de investigación sobre holografía, apoyado en las clases de teoría. Se ha utilizado uno de los vídeos grabados para la asignatura Laboratorio de Física.

T2) Elaboración de contenidos

En la virtualización de la práctica 1, Luis Plaja se ha encargado de realizar un código de simulación de difracción de Fresnel en Python. Este código permite visualizar los patrones de difracción de una rendija y de otros obstáculos en campo cercano, que es una de las partes de la práctica. Con otro código más sencillo también es posible visualizar patrones de difracción de Fraunhofer. Para visualizar el efecto Schlieren hemos realizado fotografías tanto del montaje como del efecto en sí, de forma que los estudiantes podrían al menos tener una idea general del resultado en caso de no poder acudir al laboratorio.

Los vídeos específicos para la práctica 2 han sido grabados por Javier Rodríguez, y persiguen simplemente dar una visión general del montaje de la práctica y de los pasos a seguir. Finalmente se muestra el resultado de un holograma, si bien es imposible percibir en el video el efecto de tridimensionalidad que se logra, y que es el resultado principal de la práctica presencial. Para la grabación del vídeo se ha utilizado una cámara réflex y trípode, ya que la diferente iluminación del montaje hace necesario utilizar un control fino de la exposición.

T3) Integración en Studium

Los contenidos no se han integrado en Studium al no haber sido necesario, pero hemos habilitado un apartado de Docencia virtual en el que colocaríamos los dos bloques de contenidos correspondientes a cada práctica.

T4) Desarrollo de las prácticas

La práctica 1 se ha desarrollado con normalidad. La reducción del número de estudiantes por grupo favorece claramente la participación de todos los estudiantes en la realización de los montajes experimentales.

La práctica 2 se realizó a lo largo de la semana del 24 de mayo según lo previsto sin más contratiempo. Por motivos organizativos decidimos impartir un breve seminario introductorio cada tarde de prácticas a los dos equipos que acudían, de forma que pudimos hacer más participativa la preparación de la práctica.

A6. Bases de Óptica (prácticas), Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Contexto de la asignatura:

Se trata de una de las dos asignaturas de complementos de formación que se imparte en el Máster en Física y Tecnología de los Láseres. Solo la cursan aquellos alumnos que por su titulación previa necesitan una base de Óptica de cara a homogeneizar el perfil de ingreso de los estudiantes y facilitar su formación en el resto de las asignaturas. Por este motivo se imparte al inicio del curso, junto con las Bases de Física Cuántica, antes de que comience la docencia en el resto de las asignaturas. El número de alumnos (este año dos) es siempre muy reducido. Se trata de una asignatura con una parte teórica y una parte práctica, constando esta última de cuatro prácticas de laboratorio: 1) polarización de la luz, 2) red de difracción y espectroscopia, 3) alineamiento y sistemas ópticos, y 4) interferometría.

T1) Planificación docente

En este caso, el reducido número de alumnos facilitó el desarrollo de las prácticas. En la planificación docente, teniendo en cuenta las medidas higiénico-sanitarias y de distanciamiento social, se optó por realizar todas las prácticas presenciales de forma individual (en condiciones normales se realizan grupos de dos o tres alumnos), manteniendo íntegramente el contenido y duración de las prácticas. Para el profesorado no supuso dedicación adicional al poder realizar dos prácticas diferentes de forma simultánea en laboratorios adyacentes. Dada la flexibilidad temporal de la asignatura, en el eventual caso de restricciones sobrevenidas en la presencialidad (por ejemplo, por restricciones a la movilidad o por cuarentena), las cuales no llegaron a darse durante la realización de las prácticas, se preveía recuperar éstas en cuanto la situación se revirtiera. Si hubiera resultado inviable, se habría realizado la adaptación no presencial de las prácticas 1, 2 y 4. Puesto que el objetivo principal de la práctica 3 es la adquisición de destreza experimental en laboratorio de óptica, se mostraría a los alumnos vídeos de elaboración propia con los elementos claves empleados en el alineamiento de sistemas ópticos.

Los elementos esenciales usados en la adaptación son, para cada práctica: 1) simuladores propios desarrollados en software comercial disponible en la USAL; 2) simuladores propios desarrollados en software comercial disponible en la USAL; 3) vídeos explicativos sobre alineamiento; y 4) simuladores propios y proporcionar a los alumnos datos experimentales.

T2) Elaboración de contenidos

Los materiales necesarios para la adaptación fueron desarrollados por el profesorado de la asignatura, adaptando en algunos casos el material ya disponible empleado en otras asignaturas (en lo que se refiere, por ejemplo, a simuladores). Se tomaron fotografías, videos y conjuntos de datos experimentales como medida de contingencia.

T3) Integración en Studium

Como se ha mencionado, no fue necesario recurrir a la adaptación, por lo que los contenidos generados no se llegaron a abrir a los alumnos dentro de la plataforma Studium.

T4) Desarrollo de las prácticas

Las prácticas se pudieron desarrollar correctamente en el escenario de presencialidad descrito con ejecución individual de los alumnos. No fue necesario en este caso recurrir a ninguna de las adaptaciones previstas.

A7. Laboratorio de Láseres, Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Contexto de la asignatura:

Es una asignatura de carácter obligatorio del Máster en Física y Tecnología de los Láseres, por lo que la cursan todos los alumnos, en este caso, nueve. Los contenidos de la asignatura son prácticos, constando de seis prácticas básicas de Óptica empleando láseres. Las prácticas son las siguientes: 1) seguridad láser, 2) haces gaussianos, 3) espectroscopía Fabry-Perot, 4) generación de segundo armónico, y 5) láser de estado sólido. La duración de cada sesión práctica es de cuatro horas. El número de matriculados varía año a año (el máximo es 10). Las prácticas involucran a tres profesores y se realizan habitualmente en grupos de tres alumnos. En condiciones normales exige una dedicación docente mayor de la prevista y contemplada en la programación docente.

T1) Planificación docente

Debido a los distintos factores que se expondrán a continuación, la adaptación fue realizada a medida en cada práctica. Como líneas generales se llevaron a cabo las medidas higiénico-sanitarias habituales, incluyendo la desinfección protocolaria, por parte del profesorado, del material empleado. Además, la adaptación requirió de un mayor esfuerzo docente para realizar grupos más pequeños, lo cual se vio parcialmente compensado por la reducción de la duración de cada práctica. En general, se disponía de videos y fotografías de cada parte de la práctica por si fuera necesario virtualizarla.

La práctica 1 se desarrolla en forma de seminario, no conlleva ninguna actividad en el laboratorio, por lo tanto, se ha podido realizar como en años anteriores en la misma aula en la que se imparten el resto de las asignaturas del máster y sin ninguna modificación.

En el caso de la práctica 2, ésta consta de una parte de preparación del montaje experimental (lo que incluye una fuerte componente de alineamiento) junto con una parte de adquisición de datos más sistemática. Al trabajar en un laboratorio grande y con buena ventilación, se

realizaron grupos de dos alumnos (excepto un grupo de tres alumnos). Para hacer viable la organización del laboratorio, se redujo la duración de la práctica, lo que conllevó que el profesor preparara previamente el montaje inicial de esta (en lugar de los alumnos) y explicara a los alumnos cómo realizarlo (ellos tendrían que repetirlo durante la propia práctica). Como medida de contingencia, el profesor tenía preparados varios conjuntos de datos experimentales en las medidas sistemáticas.

En la práctica 3, al trabajar en un laboratorio pequeño y sin ventana, se optó por que los alumnos realizaran la práctica de forma individual para evitar virtualizarla y que perdieran la oportunidad de recibir la formación experimental en el laboratorio. Al acortar la práctica, una parte del montaje se proporcionó pre-alineado al estudiante. Además, dependiendo de la habilidad del alumno, se redujo el número de casos que se miden habitualmente (medidas sistemáticas cambiando un parámetro). El profesor disponía de datos experimentales de todos los casos para aquellos alumnos que no tuvieran tiempo suficiente debido a la adaptación de la sesión.

La práctica 4 consta de dos partes bien diferenciadas. En la primera parte de la práctica los alumnos completan, con la ayuda del profesor, el montaje de un sistema óptico, en concreto un telescopio para reducir el tamaño del haz láser. En la segunda parte de la práctica se observa el proceso no lineal de generación de segundo armónico. Es este último el objetivo principal de la práctica. Los alumnos no precisan tomar datos y la interacción con el arreglo experimental es mínima: el profesor plantea diferentes opciones de generación y los alumnos están atentos al resultado, pudiendo realizar de manera autónoma solo pequeños ajustes. La práctica se desarrolla en el laboratorio de experimentación, que es un espacio grande, por lo que los grupos podrían haber sido mayores, atendiendo a este aspecto. Sin embargo, la zona de trabajo es reducida, por tanto, con el fin de poder mantener la distancia de seguridad a la vez que se observan los distintos efectos, el máximo número de alumnos permitidos era de dos. Para no afectar a los objetivos de la práctica y no aumentar el número de horas presenciales del profesor, lo que se ha hecho es suprimir la primera parte, relacionada con conceptos generales de óptica y se ha mantenido íntegra la parte de generación de segundo armónico.

En el caso de la práctica 5, el objetivo es montar, alinear y hacer funcionar un láser de estado sólido. En condiciones normales los alumnos tienen que montar los componentes ópticos necesarios para hacerlo funcionar e igual que en el caso de otras prácticas implica un trabajo de alineamiento considerable. Una vez que el láser está montado y alineado, los alumnos deben adquirir datos relativos a su funcionamiento (energía, duración de pulso, etc.) en distintos regímenes de trabajo.

Por limitaciones de aforo impuestas durante la pandemia y dado que el laboratorio disponible era de dimensiones reducidas, aunque con buena ventilación, se optó por realizar la práctica en parejas, habiendo así un máximo de tres personas (incluyendo al profesor) en la sala. De esta forma los nueve alumnos realizaron la práctica en cinco sesiones (cuatro parejas y un alumno solo).

Esta limitación de aforo implicó la necesidad de reducir el tiempo de cada sesión de cuatro a dos horas presenciales. Para compensar esa reducción de tiempo se decidió virtualizar una parte de los contenidos, de forma que los alumnos pudieran trabajar sobre ellos de

forma remota antes de realizar la sesión presencial en el laboratorio. Para ello se prepararon distintos materiales audiovisuales y datos experimentales que se pusieron a disposición de los alumnos. Por otro lado, para ganar tiempo, se decidió proporcionar una parte del sistema ya pre-alineado por el profesor, de forma que se garantizara el trabajo con el láser en distintos regímenes y la toma de datos.

T2) Elaboración de contenidos

En las prácticas 2 y 3, se prepararon videos y fotografías de distintas partes de los montajes y del desarrollo de la práctica, por si fuera necesaria su virtualización (lo cual finalmente no fue necesario). En cuanto a los datos experimentales como medida de contingencia, fueron tomados por el propio profesor con carácter previo.

En el caso de práctica 4, el respaldo teórico a la misma está integrado en la asignatura del master *Introducción a la interacción láser materia*. De todas formas, para que los alumnos puedan aprovechar mejor la experiencia en el laboratorio disponen en Studium de una presentación que resume los conceptos teóricos importantes y un guion, donde secuencialmente se presentan los distintos parámetros físicos que se van a modificar en la práctica.

En cuando a la primera parte, montaje de un telescopio reductor del tamaño del haz, como se trata de un sistema óptico muy sencillo y que se estudia en cursos elementales de óptica no se proporciona material adicional.

La práctica 5 se planteó de forma semipresencial y para ello se elaboraron dos tipos de contenidos online para virtualizar partes menos críticas de la práctica. Por un lado, se tomaron fotografías del montaje experimental que se utilizaron para construir una imagen interactiva del montaje que permitiera a los alumnos explorar las distintas partes y relacionar cada parte con información que se proporcionaba mediante enlaces a distintas páginas web (Wikipedia, RP-Photonics, webs de los fabricantes de los distintos elementos etc.). Por otro lado se realizaron vídeos describiendo con detalle partes concretas del montaje experimental y explicando la toma de medidas, que se complementarían con datos experimentales adquiridos previamente por el profesor para su posterior tratamiento por parte de los alumnos.

Imagen interactiva del montaje experimental de la práctica

<https://view.genial.ly/5fae5cb4325a010d28175a81/interactive-image-montaje-laser-nd>

Vídeo 1

https://drive.google.com/file/d/17MeyD3wWBZYgm2mxHDArZq9wT4cQJs_f/view

Vídeo 2

https://drive.google.com/file/d/1YFAjA3_L3JD_adiI27CV1yklFreWo0qH/view

Vídeo 3

https://drive.google.com/file/d/18eu12QQ83iaqiEkn8oqI0DQi_qRt8ls3/view

T3) Integración en Studium

Dado que las prácticas 2, 3 y 4 se desarrollaron en general según la planificación docente, no fue necesario integrar la virtualización en Studium. A los grupos que no tuvieron tiempo para completar las medidas sistemáticas, se les proporcionaron de manera personalizada distintos conjuntos de datos para que analizaran y extrajeran las correspondientes conclusiones.

En lo referente a la práctica 5, al optar por un modelo semipresencial, el material destinado a virtualizar una parte de la práctica se subió a Studium de forma que los alumnos dispusieran de él para poder visualizarlo y trabajar sobre esos contenidos antes de realizar la sesión presencial.

T4) Desarrollo de las prácticas

Las prácticas 2 y 3 se pudieron desarrollar de forma presencial con las adaptaciones mencionadas. Como se ha mencionado, solo algún grupo se vio afectado por la limitación temporal a la hora de adquirir los datos, lo cual fue solventado según lo previsto (datos proporcionados por el profesor).

En la práctica 4, como se ha mencionado anteriormente, al suprimir la parte referente al telescopio, la práctica se ha podido realizar igual que en años anteriores, dedicando el tiempo estipulado para alcanzar los objetivos de esta.

Como se ha mencionado, la práctica 5 se realizó de manera semipresencial, de forma que los alumnos debían visualizar y trabajar sobre contenido virtualizado antes de realizar la sesión experimental. Dicha sesión se desarrolló de forma similar a las sesiones normales (previas a la pandemia), exceptuando el hecho de que los alumnos se encontraban con una parte del sistema láser prealineado. En todo caso, se trató en todo momento de incidir en el trabajo práctico de los alumnos en las partes más importantes de la práctica.

A8. Instrumentación y técnicas de análisis del haz láser, Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Contexto de la asignatura:

Es una asignatura de carácter obligatorio del Máster en Física y Tecnología de los Láseres, por lo que fue cursada por los nueve alumnos matriculados en el curso 2020-2021. La asignatura incluye una parte teórica y una parte práctica sobre distintas técnicas de caracterización de pulsos ultracortos. En la parte práctica de la asignatura, los alumnos trabajan sobre tres técnicas de uso común en los laboratorios de láseres ultracortos: autocorrelación, FROG y SPIDER, trasladando al laboratorio los conocimientos adquiridos en la parte teórica de la asignatura. En condiciones normales los alumnos matriculados acuden al laboratorio en un único grupo durante los dos días en los que se desarrollan las prácticas.

T1) Planificación docente

Debido a la situación derivada de la pandemia, y dadas las limitaciones de aforo en el laboratorio, la modificación más sustancial con respecto a la planificación docente empleada en condiciones normales ha consistido en la distribución de los alumnos en grupos reducidos. Debido a la limitación de tiempo disponible se optó por dividir a los alumnos en tres grupos de tres alumnos y realizar las prácticas en tres sesiones de cuatro horas.

T2) Elaboración de contenidos

En el caso de la parte práctica de la asignatura no se consideró necesaria una adaptación importante de los contenidos con respecto a los años anteriores. Para compensar la nueva distribución del tiempo dedicado a las prácticas se adaptaron los guiones proporcionando la información más relevante contenida en los manuales de uso de algunos de los equipos empleados.

T3) Integración en Studium

El material de apoyo, guiones, manuales, bibliografía etc., empleado en la parte práctica de la asignatura ha estado a disposición de los alumnos en la plataforma Studium.

T4) Desarrollo de las prácticas

Con la nueva organización de las sesiones de prácticas, distribuyendo a los alumnos en grupos de tres, el desarrollo de las prácticas se realizó prácticamente de la misma forma que en años anteriores con la salvedad de tratar de reducir el tiempo destinado a tareas menos críticas y más generales (es decir, no específicas para las técnicas estudiadas) como el alineamiento previo de los distintos montajes experimentales que se usan en las prácticas. Esta tarea fue realizada por parte del profesor de cara a optimizar el tiempo y centrar el trabajo de los alumnos sobre los fundamentos, instrumentación y manejo de las distintas técnicas estudiadas.

A9. Laboratorio de Láseres Intensos

Contexto de la asignatura:

Asignatura optativa del Máster en Física y Tecnología de los Láseres que se imparte durante el segundo cuatrimestre. Este curso ha habido ocho estudiantes matriculados. La parte de la asignatura implicada en el presente proyecto consta de tres sesiones experimentales de cuatro horas cada una durante el mes de mayo de 2021. Se trabaja en el laboratorio de investigación de láseres pulsados, con montajes experimentales de compresión de pulsos, filamentación y técnicas *pump&probe*. Debido a la mejora de la situación sanitaria con respecto a inicios de grupo y vistas las dimensiones del laboratorio y su disposición, los alumnos efectuaron las prácticas en grupos de dos o tres personas.

T1) Planificación docente

Se planificaron las prácticas bajo el supuesto de que se iban a realizar presencialmente. Sin embargo, se dispuso de material online tanto como soporte a las prácticas presenciales como de reserva en caso de que hubiese que pasar a una versión remota si las condiciones sanitarias lo imponían.

Se aplicó el protocolo COVID19 de la Facultad de Ciencias, así como las recomendaciones de la Unidad de Riesgos Laborales para el trabajo en el laboratorio láser de investigación.

Las prácticas se dividieron en tres sesiones de cuatro horas cada una. A las dos prácticas ya existentes se añadió una nueva (la de *pump&probe*), por lo que hubo que desarrollarla por completo.

T2) Elaboración de contenidos

Se han empleado y elaborado los siguientes contenidos:

- A. Video-guiones, complementando los guiones de las prácticas. Por ejemplo, en este enlace puede verse el video-guion de la práctica de *pump&probe*:

https://drive.google.com/file/d/1TkrVqKgSRASwp5wwcAyCxS8kwMD_th5k/view

- B. Presentaciones interactivas de materiales y métodos:

- a. Práctica 1.

<https://view.genial.ly/5ea954e0ac73420d83b80ee2/presentation-practicas-hcf>

- b. Práctica 2.

<https://view.genial.ly/5ebe699032a04c0d96b6fa59/presentation-filamentacion>

- c. Práctica 3.

<https://studium.usal.es/mod/resource/view.php?id=534545>

- C. Material y resultados de otros años y de medidas de los profesores para emplear como medidas con las que trabajar en el caso de un hipotético confinamiento. Se elaboró un banco de medidas y resultados que se puso en reserva por si era necesario su uso. Afortunadamente, no fue necesario.

T3) Integración en Studium

Se empleó Studium como estructura central para alojar los recursos generados. Cada práctica fue estructurada de la siguiente forma:

- A. Guion.

- B. Montaje experimental

- a. Presentación interactiva del montaje experimental

- b. Video-guion.

- c. Presentación interactiva de materiales y métodos.

- C. Tarea de entrega. Los informes de las prácticas se entregan y evalúan en esta tarea.

- D. Referencias.

- E. Material para una hipotética situación de práctica online (en principio estaban ocultas en Studium, para hacerse visibles en el caso de pasar a modo no presencial).

T4) Desarrollo de las prácticas

Las prácticas se realizaron normalmente y de manera presencial, por lo que el material desarrollado se empleó como apoyo y las medidas para el modo no presencial quedaron en la reserva.

A10. Aplicaciones de los láseres al procesado y caracterización de materiales, Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Contexto de la asignatura:

Asignatura optativa del Máster en Física y Tecnología de los Láseres que se imparte durante el segundo cuatrimestre. El número de alumnos matriculados en este curso es siete. Tiene una parte teórica y otra parte de laboratorio, realizándose dos prácticas, una en el campus de Zamora (procesado con láser de CO₂) y otra en la Facultad de Ciencias (procesado con láser de pulsos ultracortos).

La práctica de procesado con pulsos ultracortos consta de dos sesiones de cuatro horas cada una, que los estudiantes realizan en dos grupos de trabajo, pasando por diversos montajes experimentales (banco de procesado, microscopio óptico, espectrógrafo LIBS). La práctica de procesado con láser de CO₂ consta de una única sesión de tres horas.

T1) Planificación docente

Con la actual situación sanitaria hemos podido mantener el formato de la práctica de pulsos ultracortos gracias al reducido número de estudiantes, pero no se ha realizado la práctica de procesado con láser de CO₂ para evitar el desplazamiento a Zamora y la necesidad de trabajar en un laboratorio compartido en el que no había material adecuado para mantener las medidas de seguridad necesarias.

Respecto a la práctica de procesado con pulsos ultracortos la adaptación principal que hemos hecho ha sido la incorporación de un protocolo de higiene y manipulación del instrumental, así como la limpieza y desinfección del material que deben ir utilizando de manera secuencial durante las sesiones.

La práctica consta de tres partes claramente diferenciadas, aunque existe un hilo conductor de todas ellas. Cada una de esas partes presenta un diferente grado de adecuación a la docencia virtual, por lo que el planteamiento de cara a un confinamiento tenía que ser necesariamente diferente:

- A. Determinación del umbral de ablación de un material: en esta parte los estudiantes irradian una muestra patrón con diferentes condiciones experimentales para su posterior análisis en el microscopio óptico. Esta parte de la práctica se puede suplir en cierta forma dando a los estudiantes directamente las imágenes de microscopio de un conjunto de cráteres de ablación realizados previamente. El dispositivo experimental puede mostrarse en diversas fotografías comentadas.
- B. Identificación de una muestra problema: en este caso se trata de obtener un espectro de emisión del plasma generado al irradiar una muestra problema. La

virtualización pasa necesariamente por aportar a los estudiantes el espectro directamente, y darles a conocer el equipamiento con fotografías o un vídeo corto.

- C. Realización de un estructurado en muestra multicapa: en este caso se trata de utilizar la estación de procesado y las medidas anteriores para realizar un mecanizado determinado en una muestra facilitada a los estudiantes. La virtualización de esta parte es muy difícil ya que no hay ninguna medida que se pueda proporcionar para el trabajo personal, y por tanto planteamos un cambio de contenidos.

T2) Elaboración de contenidos

Al comienzo del segundo cuatrimestre los profesores prepararon el material para una eventual virtualización de la práctica.

- A. Se realizó una secuencia de irradiaciones sobre una muestra patrón en las mismas condiciones que las que se utilizan en la práctica, y se tomaron imágenes con el microscopio óptico con distintas relaciones de aumento y técnicas de iluminación. Así mismo se preparó una breve descripción del microscopio óptico para que tuvieran una referencia a la hora de tratar las imágenes.
- B. Los espectros LIBS no fue necesario adquirirlos ya que disponemos de una colección de espectros tomados en diferentes experimentos, así que seleccionamos varios de ellos correspondientes a distintos materiales. Ya que la docencia virtual de esta práctica es muy limitada, pensamos que se le podría dar más carga a esta parte y por tanto los estudiantes podrían tratar de identificar al menos dos materiales (un metal puro y uno compuesto).
- C. Para esta parte la mejor opción que identificamos fue la de realizar surcos de ablación con diferentes condiciones y las fotografiamos al microscopio. El objetivo perseguido es que los estudiantes sean capaces de identificar los parámetros con los que fueron realizados, utilizando los resultados obtenidos en (A) y el tratamiento teórico que estudian en las clases de aula.

T3) Integración en Studium

Se ha incorporado a Studium el material para la docencia presencial: guion de prácticas, artículo de referencia y notebook de Mathematica para determinación de umbrales. Los contenidos para la práctica virtual no han sido subidos a Studium al no haber sido necesario, pero su integración sería rápida ya que se ha agrupado todo en dos ficheros comprimidos.

T4) Desarrollo de las prácticas

La práctica de procesado de materiales con pulsos ultracortos ha podido realizarse con normalidad.

A11. Física II (prácticas), Grado en Ingeniería Química

Contexto de la asignatura:

Asignatura de carácter básico de primer curso del Grado en Ingeniería Química que se imparte durante el segundo cuatrimestre. La asignatura está dividida en dos partes,

electromagnetismo y óptica, que se corresponden con un 60% y un 40% del total, respectivamente. La parte de óptica, impartida por profesorado del área de Óptica, consta de una parte teórica y una parte práctica. Durante el curso 2020-2021, la asignatura ha contado con 39 estudiantes matriculados, distribuidos en un único grupo.

T1) Planificación docente

En condiciones normales, los alumnos realizaban dos prácticas de forma presencial, cada una de ellas se realizaba en una sesión de dos horas en días diferentes. En el laboratorio se preparaban ocho puestos de prácticas y los alumnos realizaban las prácticas por parejas, de manera que en el laboratorio se reunían 16 alumnos simultáneamente. En la práctica 1 los alumnos trabajan sobre el concepto de la polarización de la luz y en la práctica 2 sobre conceptos fundamentales de espectroscopia.

En el modelo de presencialidad reducida en el que se ha desarrollado el curso, nuestro planteamiento ha sido el de mantener las dos prácticas introduciendo alguna modificación. En estas condiciones, las prácticas se han llevado a cabo de la siguiente manera: los alumnos acudían al laboratorio un día en lugar de dos para realizar ambas prácticas por parejas en una única sesión de dos horas. Debido a las restricciones de aforo en el laboratorio, hemos tenido que limitar a ocho (cuatro parejas) el número de alumnos por sesión. Para adaptarnos a este formato de una única sesión, hemos reducido la duración de ambas prácticas. En el caso de la práctica de polarización, esta reducción ha sido mínima, de forma que la práctica se ha desarrollado en condiciones similares a las normales. En el caso de la práctica de espectroscopia, se ha reducido el tiempo dedicado a ella, pasándose a un modelo basado en la demostración por parte del profesor, e incidiendo más en los fundamentos, instrumentación necesaria y aplicación de la práctica que en la toma de medidas por parte del alumno.

T2) Elaboración de contenidos

Para compensar la reducción de tiempo que los alumnos dedican a las prácticas se han introducido cambios en la forma de abordar las mismas. Por un lado, se han modificado los guiones de prácticas, introduciendo los conceptos teóricos de la asignatura necesarios para poder entender su fundamento, de forma que los alumnos dispusieran por anticipado de más información y pudieran relacionar la experiencia en el laboratorio con los conceptos teóricos previamente adquiridos.

Para hacer más ágiles las sesiones, en el caso de la práctica de polarización se ha incluido en el guion el procedimiento detallado para la realización de la práctica, de manera que la pareja de alumnos fuera autónoma. Además, para reforzar el conocimiento previo por parte de los alumnos, hemos proporcionado acceso a material audiovisual adicional. Este material, elaborado por la asociación de estudiantes de óptica OSAL, es material con un enfoque divulgativo sobre óptica que está íntimamente relacionado con los conceptos a adquirir en la asignatura.

T3) Integración en Studium

Tanto el material audiovisual como los guiones modificados se han subido a la plataforma Studium para que los alumnos tuvieran acceso durante el desarrollo de las prácticas.

Guion de la práctica de Polarización:

https://drive.google.com/file/d/1WTY_7EtLbvGetDPdwIOI7Xn4UADv7pS9/view?usp=sharing

Incluye el vídeo de la OSAL sobre Polarización de la luz

https://www.youtube.com/watch?v=AvSdcN-t62U&ab_channel=OSALStudentChapter

Guion de la práctica de Espectroscopia:

https://drive.google.com/file/d/1YE0aF41Z3J8kgrBTXIfsW43_U73obDDq/view?usp=sharing

T4) Desarrollo de las prácticas

En cada sesión de prácticas disponíamos de dos profesores que tutorizaban a cuatro alumnos cada uno, es decir, dos parejas. En la primera media hora, una pareja realizaba la práctica de espectroscopia junto con el tutor, mientras que los otros dos alumnos comenzaban la práctica de polarización de forma autónoma, disponiendo de una hora y media para su realización. Estos alumnos destinaban la última media hora a la realización, junto con el profesor, de la práctica de espectroscopia. Por lo tanto durante una hora todos los alumnos se encontraban realizando la práctica de polarización y los profesores podían resolver dudas y aclarar conceptos.

A12. Física II (prácticas), Grado en Química

Contexto de la asignatura:

Asignatura de carácter básico de primer curso del Grado en Química que se imparte durante el segundo cuatrimestre. La asignatura está dividida en dos partes, electromagnetismo y óptica, que se corresponden con un 60% y un 40% del total, respectivamente. La parte de óptica, impartida por profesorado del Área de Óptica, consta de una parte teórica y una parte práctica. Durante el curso 2020-2021, la asignatura ha contado con 96 estudiantes matriculados, divididos en dos grupos, uno de mañana y otro de tarde.

En este caso, tanto la planificación docente, la elaboración de contenidos, la integración en Studium y el desarrollo de las prácticas son exactamente iguales a los planteados en el apartado A11. Física II del Grado en Ingeniería Química descrito anteriormente. Las asignaturas comparten temario y las prácticas planteadas en la guía docente son las mismas. Por lo tanto, el laboratorio se organizó de la misma manera.

A13. Pulsos Ultracortos, Máster Interuniversitario en Física y Tecnología de los Láseres

Contexto de la asignatura:

Asignatura obligatoria del Máster en Física y Tecnología de los Láseres que se imparte durante el segundo cuatrimestre. Este curso ha habido nueve estudiantes matriculados. La asignatura es de carácter teórico y no contempla prácticas, por lo que no había sido incluida en la lista de asignaturas del proyecto original. Sin embargo, otros años ha incluido una visita al laboratorio de láseres pulsados del grupo ALF de la Universidad de Salamanca. Este año las condiciones de alarma sanitaria y el sistema de ventilación de la sala de los láseres desaconsejaban dicha visita. No obstante, se aprovechó la cámara 360º, el trípode y el software de edición para confeccionar una visita virtual al laboratorio.

T1) Planificación docente

Se planteó la visita virtual en el marco de la última sesión de la asignatura (dos horas). De esta forma, actúa como colofón de la misma, combinando contenidos y competencias. Se realizó en aula habitual de clase (por si hubiese habido confinamiento, se preparó el escenario de videoconferencia y uso de Studium), vertebrada por una visita virtual en la que se incorporó material audiovisual y enlaces a webs de elaboración propia. Todo ese material se resume también en una presentación de powerpoint.

T2) Elaboración de contenidos

Se grabaron vídeos de los sistemas láser, así como páginas web propias con explicaciones. Todo el materia audiovisual se incorporó a la visita virtual 360º realizada también en este contexto. La visita virtual se puede efectuar en el enlace <https://laser.usal.es/tour3d/>



Figura 6. Captura de pantalla de la visita virtual al laboratorio de láseres pulsados del grupo ALF de la USAL

T3) Integración en Studium

Se han preparado los enlaces en Studium por si era necesario pasar a modo remoto, pero no fue preciso. Se pasó el enlace de visita virtual a los estudiantes.

T4) Desarrollo de las prácticas

La sesión de visita virtual discurrió con normalidad. Se dejaron disponibles los enlaces para que los estudiantes vuelvan a la visita cuando quieran.

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.

Para poder alcanzar las competencias esperadas, en algunas asignaturas se ha requerido un esfuerzo adicional a los estudiantes, que debían preparar con mayor rigor las prácticas antes de ir al laboratorio y que, una vez en él, trabajaban muchas veces en solitario y no en pequeños grupos como era lo habitual. Si bien no todos los estudiantes han sido capaces de hacer ese esfuerzo extra, sí que lo han realizado muchos de ellos.

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 de las prácticas si las comparamos con cursos anteriores. Este es un hecho positivo en sí mismo dadas las circunstancias tan especiales en las que se ha desarrollado la actividad académica durante este curso.

En el caso del “Laboratorio de Física” (primero de grado en Física), sí se ha observado una mejora apreciable tanto en la calidad de los informes presentados por los estudiantes, como en los resultados de los cuestionarios de evaluación, que han redundado en la mejora de las calificaciones obtenidas. Atribuimos esta mejora a dos motivos fundamentalmente. Por una parte, a la reducción de la ratio estudiantes/profesor durante las sesiones de prácticas, que se visto rebajada a un máximo de 4, siendo en algunas ocasiones de 3, o incluso de 2. Este bajo número de estudiantes por profesor ha favorecido la interacción entre profesor y alumno, ya que de esta forma tiene menos reparos en preguntar y consultar cualquier duda que se haya suscitado, y además se capta mejor la atención durante las sesiones prácticas. Por otra parte, pensamos que la posibilidad de disponer de los videos y consultarlos en cualquier momento ha resultado de gran utilidad a la hora de elaborar los informes o prepararse para la sesión de evaluación.

En las asignaturas “Física II”, de primer curso del grado en Química y del grado en Ingeniería Química, hemos preguntado a los estudiantes si habían leído los guiones con anterioridad y hemos contrastado la nota de prácticas con la lectura previa del guion. No hemos encontrado diferencias significativas en la nota entre los dos grupos. No podemos concluir que la lectura de los guiones sea poco útil porque, a la vista de su trabajo en el laboratorio, la opinión de los profesores es que muchos de los que referían haber leído los guiones no debían de haberlo hecho de forma concienzuda.

Opinión de los estudiantes

En el primer cuatrimestre aprovechamos las entrevistas de evaluación para preguntar a los estudiantes de la asignatura “Laboratorio de óptica” su opinión sobre la metodología empleada. La mayoría de ellos valoraban el esfuerzo realizado para virtualizar parte de las actividades, pero se mostraban críticos cuando lo comparaban con lo esperado en una situación normal. Además de expresar la dificultad del trabajo en solitario y la percepción de que necesitaban dedicar más tiempo a la asignatura que en condiciones normales, mencionaban por ejemplo la dificultad de interpretar algunas medidas a partir de fotografías en montajes que no habían podido ver en directo. El aspecto más positivo era la posibilidad de ver los vídeos las veces que fuese necesario y tener todo el material disponible a la hora de realizar los informes de las prácticas.

En el segundo cuatrimestre se ha realizado una encuesta por medio de Google Forms a los estudiantes de la asignatura “Laboratorio de física” a la que han respondido dieciséis personas. Los resultados completos de la encuesta pueden verse en el Anexo I de esta memoria. La opinión de todos los aspectos de la asignatura (material, metodología, procedimiento de evaluación) es muy positiva.

En la asignatura “Óptica II” también se ha realizado una encuesta a los estudiantes en la que entre otras cosas se les ha preguntado por los vídeos grabados y por la utilidad de las demostraciones experimentales realizadas en el aula. La opinión en este caso también ha sido muy positiva.

En cuanto a los estudiantes de máster, se ha realizado una encuesta sobre las asignaturas “Laboratorio de láseres” y “Laboratorio de láseres intensos”. La baja participación en esta encuesta (solamente tres estudiantes han respondido) hace que no puedan extraerse conclusiones significativas, pero sí sirve como indicio de que su valoración de la calidad y utilidad del material preparado es alta.

Opinión de los profesores

En cuanto a la opinión de los profesores implicados en este proyecto de innovación, se ha realizado una encuesta tras concluir la actividad docente de todas las asignaturas a la que han respondido nueve personas. Los resultados completos pueden verse en el Anexo II.

Todos los participantes están satisfechos del trabajo realizado para adaptar la docencia al escenario de semipresencialidad a pesar de que en general han dedicado bastante más tiempo a la preparación de las asignaturas y a la docencia presencial, al haber más grupos que otros años. También consideran de forma mayoritaria que el material realizado ha sido útil para los alumnos, aunque no en todas las asignaturas los estudiantes lo han usado en el mismo grado.

Mejoras obtenidas e impacto:

Los resultados del proyecto han sido positivos especialmente en cuanto a su impacto en la docencia de parte de las asignaturas implicadas en cursos futuros.

Además de la creación de materiales de todo tipo que sin duda seguiremos usando en cursos sucesivos, el presente proyecto ha sido de gran utilidad para nuestro grupo al permitirnos idear y desarrollar estrategias y procedimientos nuevos que de otra manera no nos habríamos planteado. Desde ese punto de vista, el impacto en las asignaturas de óptica ha sido notable.

Hay que destacar también que la necesidad de replantear buena parte del trabajo y de preparar material nuevo ha hecho que los jóvenes investigadores del grupo se implicasen en las tareas docentes con una dedicación y una motivación extraordinarias, lo que se traducirá en una mejora en nuestra docencia a medio y largo plazo.

7. Conclusiones

Cuando planteamos este proyecto en julio de 2020 la situación en la que nos encontrábamos era de total incertidumbre. No sabíamos si el curso 2020-2021 podría desarrollarse con normalidad, si tendría que ser total o mayoritariamente online, o si, como finalmente ocurrió, estaríamos en una situación en la que las actividades presenciales convivirían con docencia remota. Hasta septiembre de 2020 no se decidió el modelo final de docencia y no pudimos planificar de forma definitiva el trabajo en el laboratorio.

Gracias a la previsión y a muchas horas de trabajo se pudieron desarrollar las tareas en el laboratorio cumpliendo todas las medidas de seguridad durante el primer cuatrimestre. El conocimiento adquirido, una situación sanitaria mejor y también más horas de trabajo han permitido que las del segundo cuatrimestre hayan transcurrido con mayor normalidad.

Para los docentes del área de Óptica, este proyecto en el que han participado muchas personas y que ha implicado a muchas asignaturas, ha supuesto un gran reto: Hemos tenido que modificar metodologías, materiales, actividades de evaluación, incluso la geografía de nuestros laboratorios. Todo ello con el objetivo de que los estudiantes pudiesen adquirir las competencias previstas en las asignaturas prácticas.

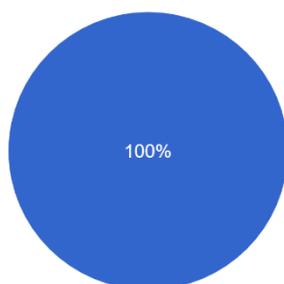
Si bien todo es mejorable, en general estamos satisfechos con los resultados. De lo que no ha salido tan bien, sacaremos ideas para mejoras futuras.

8. Anexo I: Encuesta a los estudiantes de la asignatura Laboratorio de Física

Resultados de la encuesta realizada a los estudiantes de la asignatura Laboratorio de Física.

¿Viste los videos introductorios de las prácticas?

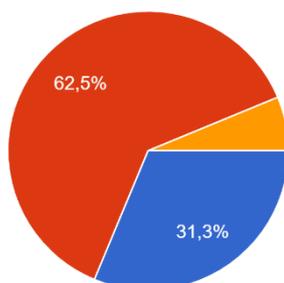
16 respuestas



- Sí, los vi en casa
- Sí, los vi en el laboratorio
- Vi solo algunos
- No, no los vi.

¿Te parecieron útiles los videos introductorios?

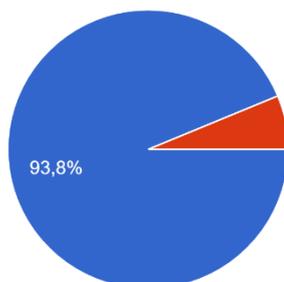
16 respuestas



- Me parecieron muy útiles.
- Me parecieron bastante útiles.
- Me parecieron poco útiles.
- No me parecieron nada útiles.
- No me acuerdo.

¿Qué opinas sobre la longitud de los videos introductorios?

16 respuestas



- Me parece que estaba bien.
- Me parecieron demasiado largos, hubiese preferido que fuesen menos detallados.
- Me parecieron demasiado cortos, hubiese preferido que fuesen más detallados.
- No me acuerdo.

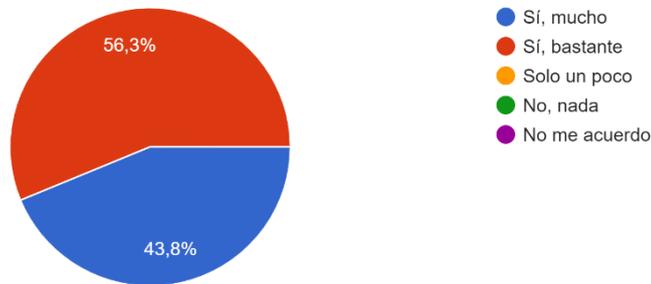
¿Preferirías haber tenido un seminario presencial introductorio o disponer de los vídeos?

16 respuestas



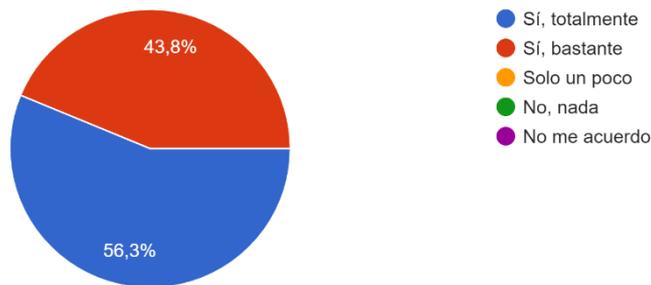
¿Te han resultado útiles los guiones de las prácticas?

16 respuestas



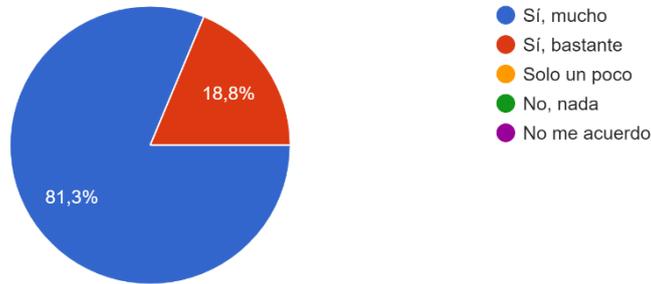
Los modelos de informe, ¿te permiten reflejar los principales aspectos estudiados en la práctica?

16 respuestas



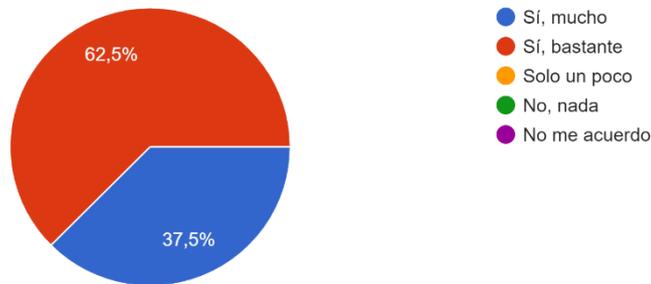
¿Te han resultado interesantes los experimentos realizados?

16 respuestas



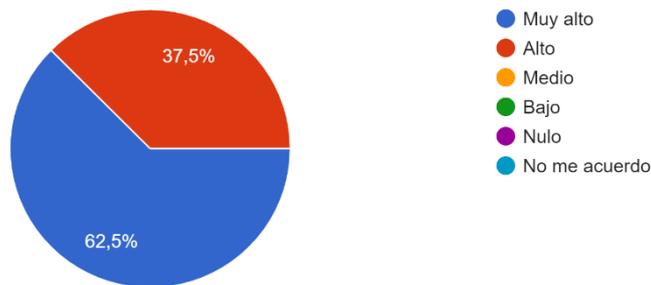
¿Te parece acertado el procedimiento de evaluación?

16 respuestas



¿Cuál es tu grado de satisfacción general con la práctica?

16 respuestas



¿Estuviste confinado en alguna de las 3 sesiones de esta práctica?

16 respuestas



Ayúdanos a mejorar, ¿tienes alguna sugerencia, crítica o comentario respecto a los videos o a cualquier otro aspecto de la práctica? (respuesta opcional)

3 respuestas

Me hubiese gustado que la parte de la reflexión total hubiera sido más participativa por parte de los estudiantes, pero en general todo muy bien.

Me gustaría resaltar que la práctica me ha gustado mucho, porque tiene un aspecto didáctico que todos hemos valorado. Personalmente he sentido que aprendía mucho en cada sesión, y eso es lo que más he valorado.

Estaba todo bastante bien!

9. Anexo II: Encuesta a los profesores participantes

Resultados de la encuesta realizada a los profesores participantes en este proyecto.

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

9 respuestas



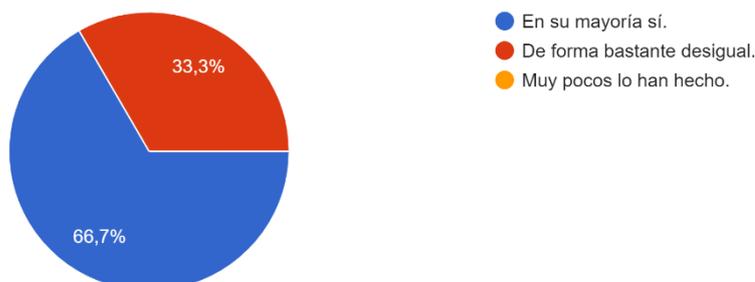
¿Cuánto tiempo adicional te ha llevado la preparación de la docencia de las asignaturas prácticas?

9 respuestas



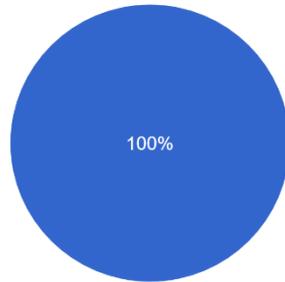
¿Han utilizado los alumnos el material adicional preparado para la asignatura?

9 respuestas



En general, ¿crees que ha sido útil para los alumnos el material preparado?

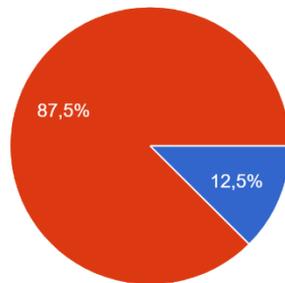
9 respuestas



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

Las calificaciones de las asignaturas han sido:

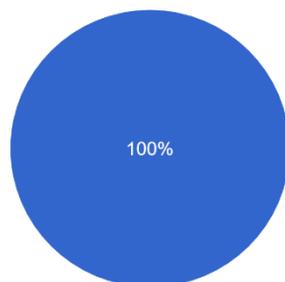
8 respuestas



- Mejores que en cursos normales.
- Parecidas a un curso normal.
- Peores que en cursos normales.

¿Estás satisfecho/a del trabajo realizado para adaptar la docencia al nuevo escenario?

9 respuestas



- Sí
- No
- Ni sí ni no, sino todo lo contrario.