



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2020/2021

Proyecto N° 192

Digitalización del laboratorio de Química Física I en tiempos de COVID--19

Responsable del proyecto:
Andrés Guerrero Martínez

Facultad de CC. Química

Departamento de Química Física

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

En este proyecto nos propusimos 4 objetivos fundamentales, a saber:

1- Adaptación del laboratorio de Química Física I a las nuevas tecnologías.

Este laboratorio forma parte de la asignatura del mismo nombre, de carácter obligatorio, que se imparte en el segundo curso del grado en Química. En los cursos anteriores en los que se ha impartido, desde que se implantó el grado, se ha venido realizando de manera 100% presencial, con la excepción del curso 2019-20 que se realizó de forma no presencial debido a la situación socio-sanitaria generada por la COVID-19. Por ello, los profesores/as involucrados en el mismo considerábamos que, al menos en parte, podría realizarse de manera no presencial (en sesiones asíncronas). Tres de las prácticas de laboratorio son de simulación con ordenador con el programa Hyperchem. Así que una parte del trabajo en el laboratorio ha consistido históricamente en una explicación del profesor/a sobre como funciona el programa, así como una explicación de las bases Química Físicas sobre las que se sustenta. Esta actividad consume entre el 40 y el 50% del tiempo de dichas sesiones de laboratorio, tiempo en el que los/las estudiantes son meros sujetos pasivos del aprendizaje, desconectando la mayoría de ellos al inicio de la explicación. Sin embargo, el uso de las nuevas tecnologías podría ayudar a optimizar el tiempo que los/las estudiantes pasan en el laboratorio, de forma que sea un tiempo en el que estos sean sujetos activos durante el 100% del tiempo. Nuestro proyecto incluía, poner a disposición de los/las estudiantes a través del Campus Virtual, material (en formato de vídeos cortos, foros y manuales en línea) que los/las estudiantes pudieran usar para adquirir los conocimientos necesarios para realizar correctamente las prácticas, de forma que fueran ellos mismos los que decidieran en que momento y con que grado de profundidad debían adquirirlos en función de sus necesidades y/o de su base de conocimientos previos. Las cinco prácticas que no son de simulación usan equipos que los alumnos desconocen a priori, pero cuyo uso es simple, por lo que la introducción al uso de estos equipos también es posible aprenderla antes de acudir al laboratorio, a través de vídeos y manuales en línea en el Campus Virtual. Además, todo este material puede estar siempre disponible para el alumno para ser consultado, in situ, en el laboratorio, en cualquier momento en el que el estudiante tenga una duda, lo que puede ayudar a fomentar la autonomía de los/las estudiantes.

El hecho de que los/las estudiantes tengan el material por adelantado en formatos que les son familiares y en principio, amenos, les debe permitir ajustar el tiempo que dedican a adquirir las competencias y conocimientos necesarios para desarrollar adecuadamente el trabajo en el laboratorio en función de sus circunstancias personales, especialmente en unas circunstancias de semipresencialidad como se dieron en el curso 2020-21, sin el estrés que puede suponer para algunos estudiantes el limitado tiempo con el se cuenta en el laboratorio. De esta forma, tanto en potenciales clases en línea como en las presenciales los/las estudiantes pueden centrarse en resolver las dudas y realizar las prácticas concretas propuestas, fomentando así su capacidad de autoaprendizaje. Además, los/las docentes pueden realizar una enseñanza más personalizada, más centrada en las necesidades individuales de cada estudiante.

2- Optimización de los recursos humanos y materiales.

Un objetivo importante del proyecto era reducir el número de horas presenciales en el laboratorio, algo muy importante durante el curso 2020/21 debido a la situación socio-sanitaria. Reducir el número de horas presenciales requeridas para realizar las prácticas implica usar las horas docentes de manera más eficiente. Al resolver las dudas de los/las estudiantes después de que estos hayan realizado un trabajo personal de autoformación, el profesorado promueve el aprendizaje activo, significativo e individualizado. El uso de horas docentes que promueve este proyecto es, sin duda, más eficiente que dedicarlas a dar explicaciones generales intentando que el promedio del alumnado adquiera un conocimiento medio. Además, disminuir las horas presenciales ayuda a optimizar recursos materiales, de tal forma que podemos tener grupos más reducidos y, por tanto, una menor necesidad de materiales, así como de equipos de análisis y medida.

3- Motivación del alumnado y promoción de su autonomía.

Teniendo en cuenta que uno de los principales problemas a los que debemos hacer frente el personal docente es la desmotivación del alumnado, especialmente en asignatura consideradas 'huesos' por parte del alumnado (Química Física I encaja en este perfil), un objetivo fundamental del proyecto está relacionado con la motivación. Teniendo en cuenta que el primer paso para que los/las estudiantes se motiven es obtener su atención, debemos hablarles en su propio lenguaje. Para conseguir este objetivo, debemos tener en cuenta que las nuevas generaciones de universitarios están acostumbradas a recibir información a través internet (vídeos cortos, mensajes de 280 caracteres, etc..). Con el nuevo diseño del laboratorio que proponemos el alumnado tiene a su disposición, en línea en el Campus Virtual, toda la información que necesite en formatos amigables y puede usar este material para adquirir los conocimientos que necesite a para realizar las prácticas de laboratorio a su ritmo. También podrán usarlos para consultar dudas en cualquier momento durante la realización de las prácticas o el trabajo asociado a las mismas (memoria de laboratorio).

La Motivación del alumnado potenciará su autonomía, aumentando el aprendizaje activo y significativo, y consecuentemente su capacidad de autoaprendizaje. Este objetivo es fundamental teniendo en cuenta que la capacidad de autoaprendizaje es una de las capacidades básicas que nuestros estudiantes deben adquirir para hacer frente a un mercado laboral cambiante que les obligará a reciclarse y adaptarse continuamente.

4- Adaptación del laboratorio a la modalidad de docencia en línea.

Teniendo en cuenta la situación vivida en el curso 2019/20 en el que las clases presenciales se suspendieron completamente, la adaptación de laboratorio de forma que pueda realizarse la formación en línea es fundamental para estar preparados para situaciones similares de emergencias socio-sanitarias en el futuro. Así un objetivo del proyecto es preparar todos los materiales y recursos de nos permitan pasar de un modelo de docencia presencial a en línea de forma rápida y eficiente, pero, por supuesto, manteniendo la calidad

2. Objetivos Alcanzados

En general el grado de consecución de los objetivos ha sido muy satisfactorio, aunque no todos ellos se han alcanzado con el mismo grado. A continuación describimos el grado de consecución de cada uno de los objetivos en orden decreciente de grado de consecución:

1- Adaptación del laboratorio a la modalidad de docencia en línea.

Este objetivo se ha logrado completamente puesto que en la actualidad tenemos en línea todo el material que los/las estudiantes puedan necesitar. Hemos realizado un conjunto de vídeos explicativos de los fundamentos teóricos de cada una de las 8 prácticas, un conjunto de vídeos explicativos sobre tratamiento de datos que incluyen el manejo de los programas informáticos que se usan en el análisis. También tenemos vídeos realizados, in situ, en el laboratorio que muestran como funcionan los instrumentos de medida, por ejemplo, los espectrofotómetros. Adicionalmente, hemos realizado una serie de vídeos tutoriales sobre el uso del programa de simulación Hyperchem, sus principales funcionalidades, la forma de hacer una simulación paso a paso y la forma de analizar los resultados del programa. Así, este conjunto de materiales y recursos no permitiría pasar de docencia presencial a docencia en línea de una forma rápida y sencilla si la situación así lo demandase. Dichos vídeos fueron realizados con una cámara Canon Legria HFR-806 y almacenados con un disco duro portátil Seagate, financiados ambos por el presente proyecto.

2- Adaptación del laboratorio de Química Física I a las nuevas tecnologías.

Este objetivo se ha conseguido completar. En su estado actual el laboratorio esta totalmente adaptado a las nuevas tecnologías. Todas las prácticas se han dividido en tareas que incluyen:

(i) conocimiento teórico; (ii) uso de instrumentos y/o programas de simulación; (iii) medida y/o realización de simulaciones; (iv) análisis de datos. Todas las tareas, excepto el proceso de medida, se puede realizar en línea de manera síncrona o asíncrona. Para todas ellas hemos desarrollado manuales en línea y/o vídeos explicativos que permiten adquirir los conocimientos necesarios para realizar el trabajo de forma autónoma.

3- Optimización de los recursos humanos y materiales.

Con los materiales que hemos desarrollado hemos podido reducir las horas de laboratorio de 3-4 horas que duraban con anterioridad a 2 horas. Esto nos ha permitido este año desdoblar cada grupo de laboratorio en 2 subgrupos, es decir, hemos doblado los turnos de laboratorio sin necesidad de doblar ni los medios materiales ni el número de docentes. Desdoblar los grupos de laboratorio este año ha venido obligado para cumplir con las normas de prevención de la COVID-19 con el fin de aumentar la distancia física entre los/las estudiantes, pero también se puede considerar como una experiencia piloto que podría implantarse en los próximos años, puesto que permitiría reducir el número de alumnos por profesor, facilitando tanto la enseñanza como el aprendizaje. Además, gracias al material de apoyo los/las docentes han podido dedicar su tiempo de laboratorio a resolver dudas sobre las cuestiones que causan mayores problemas a los/las estudiantes. Para fomentar que estos efectivamente prepararan las clases de laboratorio, justo antes de entrar a las sesiones prácticas tenían que realizar una prueba escrita (en forma de test) para evaluar los conocimientos adquiridos en línea. Estos test también nos han permitido evaluar el grado de aprovechamiento de las clases, dado que al final del laboratorio se convocó a los/las estudiantes a un examen de laboratorio de tipo test, en el que las preguntas fueron sacadas de los test iniciales (en la sección 5 discutimos los resultados obtenidos).

4- Motivación del alumnado y promoción de su autonomía.

En el caso, todos los participantes en el proyecto éramos conscientes de que era el objetivo más complicado de alcanzarse, y aunque no se ha conseguido completamente, es decir, no hemos conseguido mejorar significativamente la motivación y la autonomía de la mayoría de los/las estudiantes, si hemos notado un aumento significativo en la participación y número de asistencia de los/las estudiantes, así como una reducción del abandono de la asignatura. En general, hemos constatado que los/las estudiantes se interesaban más por el manejo de instrumentos que por las bases teóricas, lo que muestra que aún les cuesta realizar un proceso de autoaprendizaje cuando este está asociado a concepto teóricos. En este punto es importante destacar que el 82% de los/las estudiantes obtuvieron una calificación igual o superior a la requerida para hacer media con el resto actividades puntuables en la parte de teoría de la asignatura, 4, y un 30% obtuvieron una calificación igual o superior a 7. Así mismo, la asistencia se mantuvo entorno al 90% en los distintos grupos, siendo el abandono de la asignatura prácticamente nulo a lo largo del laboratorio (inferior al 5% de los asistentes iniciales).

Un punto importante para valorar aquí sería el grado de satisfacción de los/las estudiantes con el nuevo formato de laboratorio, sin embargo, este punto no lo podemos analizar porque aún no tenemos los resultados de las encuestas institucionales de los alumnos del curso 2020-21. No obstante, en los cursos venideros tendremos que seguir trabajando para alcanzar plenamente este objetivo

3. Metodología empleada en el proyecto

La metodología empleada en el proyecto ha sido la de clase invertida o 'flipped classroom'. De esta forma toda la información necesaria para la realización de las prácticas ha estado a disposición del alumnado con suficiente antelación a la sesión propiamente experimental, y por tanto los/las estudiantes entraban en el laboratorio sabiendo exactamente qué iban a medir, cómo y por qué. Cuando hablamos de 'información necesaria' no nos referimos solo a los guiones de prácticas, sino a las explicaciones teóricas y/o aclaraciones del profesorado que han tenido disponibles a través del

Campus Virtual en distintos materiales audiovisuales (manuales en línea y vídeos), así como materiales mostrando cómo usar los programas de simulación y los equipos e instrumentación del laboratorio. Con esta metodología hemos intentado transformar el paradigma tradicional de enseñanza/aprendizaje centrado en el docente a un paradigma centrado en el/la estudiante. De esta forma los/las estudiantes se han visto obligados a tomar un papel activo en el aprendizaje y, por tanto, a tomar la mayor responsabilidad en el mismo.

También hemos realizado un cambio en la evaluación, integrándola en la formación del alumno. El nuevo método de evaluación está más en la línea de evaluación continua que en la línea de evaluación por partes. Ahora se evalúa a los/las estudiantes al inicio del laboratorio, y esta evaluación permite a los/las estudiantes ver cual es el grado de conocimientos que han conseguido en el proceso de autoaprendizaje, y sobre todo cuales son los conceptos importantes que debe manejar para realizar correctamente las prácticas. Los profesores/as hacen un seguimiento más exhaustivo del trabajo que los/las estudiantes en el laboratorio, esto es posible gracias a la disminución del número de alumnos por grupos. Al final del laboratorio los/las estudiantes realizan un test similar al inicial, con el que tanto ellos/ellas como los/las docentes hemos podido evaluar el grado de adquisición de conocimientos una vez completada toda la formación, tanto la autónoma como la más guiada.

4. Recursos humanos

Para el desarrollo del proyecto hemos contado con todos los profesores/as del laboratorio. Aunque no todos han estado involucrados en el desarrollo del presente proyecto, sí han ayudado enormemente a su desarrollo, adaptando sus clases al nuevo formato propuesto. También ha sido inestimable la ayuda que hemos tenido de los técnicos de laboratorio, que nos ha permitido ajustar las prácticas al nuevo formato más reducido, teniendo listo el material de laboratorio requerido en cada momento.

Respecto a los docentes que han participado en el desarrollo del proyecto han sido 12: Francisco Javier Aoiz (Catedrático), Jesús Fernández Castillo (Prof. Titular), Reynier Suardíaz (Prof. Ay. Doctor), Alicia Marta Menéndez (Prof. Titular), Eduardo Guzmán (Prof. Titular), Javier Sánchez Benítez (Prof. Contratado Doctor), Luis González MacDowell (Prof. Titular), Juan Enrique Verdasco (Prof. Titular), Nicolò Caselli (Investigador contratado), Sonia Marggi (Prof. Ay. Doctor, se incorporó al proyecto después de que este fuera concedido), Cristina Díaz (Prof. Titular) y Andrés Guerrero (Prof. Titular). Con la excepción de Reynier Suardíaz y Sonia Marggi, todos los/las participantes involucrados tenían experiencia previa en la docencia del laboratorio de Química Física I y, por tanto, tenían la experiencia y los conocimientos necesarios para hacer una adaptación con sentido que mantuviera el carácter formativo del mismo. Además, muchos de estos docentes contaban con experiencia previa tanto en la participación como en la coordinación de proyectos de innovación docente, lo que garantizaba un buen desarrollo de este. La participación de cada miembro del equipo del proyecto en las distintas tareas y actividades ha estado ligada a sus conocimientos y experiencia previos como se detalla en la siguiente sección.

5. Desarrollo de las actividades

El proyecto lo dividimos en tareas realizadas por los/las docentes y actividades realizadas por los/las estudiantes. Las tareas responsabilidad de los profesores/as han sido las 9 que pasamos a describir a continuación:

Tarea 1: Revisar el actual diseño del laboratorio de Química Física I.

En esta tarea han estado involucrados Francisco Javier Aoiz, Jesús Fernández Castillo, Alicia Marta Menéndez, Eduardo Guzmán, Javier Sánchez Benítez, Luis González MacDowell y Juan Enrique Verdasco. Todos ellos han sido profesores/as del laboratorio en cursos anteriores. Los docentes han trabajado en parejas, ocupándose cada pareja de 2 de las 8 prácticas de las que

consta el laboratorio. El objetivo de esta tarea era localizar los puntos fuertes y débiles del laboratorio tal y como se ha venido desarrollando hasta el curso 2018/19 (el último previo a la pandemia). Los puntos fuertes han sido usados y reforzado en el proyecto. Los débiles se han mejorado en la medida de lo posible.

Tarea 2: Seleccionar el material a utilizar.

Los miembros involucrados, y la forma de trabajar ha sido similar a la tarea 1. En este caso los docentes han seleccionado todo el material, tanto el material a reutilizar de cursos anteriores como el nuevo.

Tarea 3: Seleccionar los recursos digitales a utilizar en el Campus Virtual.

Una tarea de la que se han ocupado Cristina Díaz y Andrés Guerrero. Tras un análisis minucioso se decidió que el recurso principal a utilizar sería audiovisual, en forma de colección de vídeos con explicaciones teóricas, explicaciones sobre el análisis de datos, manuales sobre el funcionamiento de los instrumentos de medida, y manuales sobre el funcionamiento del programa Hyperchem.

Tarea 4: Escribir los guiones para los vídeos.

En esta tarea participaron todos los miembros del proyecto. Aquí distinguimos entre vídeos explicativos y manuales. Los guiones son muy diferentes, los primeros guiones deben explicar de forma simple pero rigurosa las bases teóricas de las prácticas así como la forma de realizar el análisis de datos. De estos guiones se han encargado Francisco Javier Aoiz Jesús Fernández Castillo, Reynier Suardíaz, Alicia Marta Menéndez, Eduardo Guzmán, Javier Sánchez Benítez, Luis González MacDowell y Juan Enrique Verdasco, trabajando en equipos similares a la tarea 1. Los vídeo manuales, al ser grabados in situ en el laboratorio requieren guiones más abiertos a la improvisación, de estos guiones se han encargado Nicolò Caselli y Sonia Marggi.

Tarea 5: Grabar y editar los vídeos.

Los vídeos explicativos los grabaron Francisco Javier Aoiz Jesús Fernández Castillo, Reynier Suardíaz, Alicia Marta Menéndez, Eduardo Guzmán, Javier Sánchez Benítez, Luis González MacDowell y Juan Enrique Verdasco, trabajando en equipos similares a la tarea 1. De la grabación de los vídeos manuales (aquellos que se grabaron in situ en el laboratorio) se ocuparon Nicolò Caselli, Sonia Marggi, Cristina Díaz y Andrés Guerrero. De la edición de todos los vídeos se ocuparon Andrés Guerrero y Javier Sánchez Benítez.

Tarea 6: Diseñar los test de seguimiento del aprendizaje de los/las estudiantes.

Los encargados de los vídeos explicativos también fueron los encargados de diseñar los test de seguimiento. Cada uno de estos test, de respuesta única, constaba de 5 preguntas, con 3 posibles respuestas. Además, se hicieron dos modelos diferentes de cada test para que los subgrupos de laboratorio que pertenecían al mismo grupo de teoría, que tenían clases de laboratorio en días diferente, no compartiesen información sobre las preguntas. Los test los usamos tanto al principio de cada sesión de laboratorio, para evaluar del trabajo de autoaprendizaje de los alumnos en las sesiones asíncronas, como al final del laboratorio (examen de laboratorio) para evaluar el grado de aprovechamiento de las sesiones práctica en el laboratorio. El análisis de los resultados de ambos test se discute en la tarea 9.

Tarea 7: Diseñar las rúbricas de evaluación del trabajo de los/las estudiantes.

Javier Sánchez Benítez, Cristina Díaz y Andrés Guerrero diseñaron una rúbrica de evaluación lo suficientemente general para que pudiera ser usada en la evaluación de todas las prácticas, pero que asegurara la normalización de calificación en los diferentes turnos con diferentes docentes.

Tarea 8: Revisar el material y los recursos generados, y realizar cambios necesarios.

Una vez que todo el material estaba listo, Cristina Díaz y Andrés Guerrero lo revisaron minuciosamente en diversas sesiones, y propusieron cambios y correcciones.

Tarea 9: Análisis de los resultados.

Esta tarea ha sido responsabilidad de Cristina Díaz y Andrés Guerrero. El análisis muestra que el 82% de los alumnos obtuvieron una nota superior a 4, nota mínima para hacer media con el resto de las calificaciones de la asignatura, un 14% suspendió el laboratorio y tan solo 4% no se presentó, a pesar de las circunstancias derivadas de la pandemia. Tanto la media como la mediana de las calificaciones es un 6.8, es decir, cerca del notable. En la Figura 1 se muestra la distribución de las calificaciones obtenidas por los/las estudiantes.

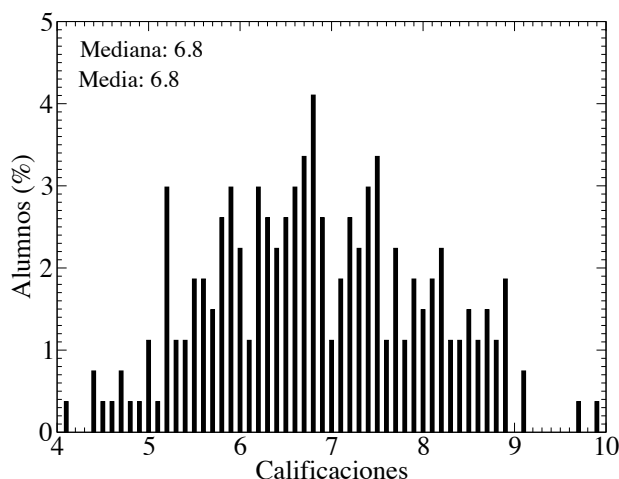


Figura 1. Distribución de calificaciones de los alumnos del laboratorio de Química Física I, curso 2020/21.

El análisis más interesante viene de la comparación entre los resultados del test realizado antes de empezar el laboratorio y los resultados del test realizado una vez terminado el laboratorio. La nota media de los test iniciales fue de 6,4 mientras que la media de los test finales fue de 7,2, pasando de una calificación de aprobado a notable. Lo que indica que los/las estudiantes aumentaron sus conocimientos gracias a las sesiones prácticas. Sin embargo, el análisis de los resultados en función de los grupos de teoría (que se dividen en 2 subgrupos de laboratorio) es incluso más revelador. En la Figura 2 se ve como los grupos 1, 2 y 5 subieron su media más de un punto, mientras en grupo 6 apenas lo subió unas décimas. Los mejores resultados tanto del test inicial como del final son los del grupo 1, este grupo es de doble grado en Química y Bioquímica (alumnos que entran a la universidad con notas de acceso más altas). Por otro lado, las peores notas medias en ambos test son las del grupo 6, este es el grupo de teoría en el que más estudiantes 'abandonaron' la asignatura después del primer parcial.

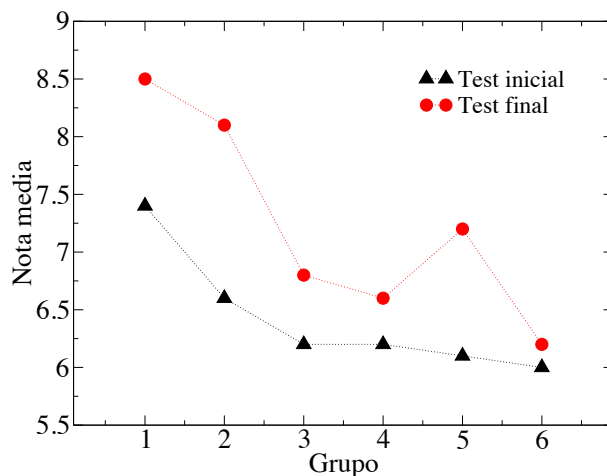


Figura 2. Nota media de los test antes y después del laboratorio en función del grupo de teoría.

Los alumnos han tenido que realizar 5 actividades principales, todas ellas necesarias para pasar exitosamente el laboratorio. Estas actividades han sido:

Actividad 1: Sesiones preparatorias.

En estas sesiones preparatorias los alumnos deben revisar los materiales preparados por los/las docentes, especialmente los vídeos, con toda la información necesaria para realizar las prácticas adecuadamente. Estas sesiones al no estar organizadas por los/las docentes, permitían a cada estudiante decidir cuantas sesiones realizar y la duración de las sesiones en función de sus horarios y necesidades.

Actividad 2: Test inicial.

Antes de empezar con el trabajo práctico en el laboratorio, los/las estudiantes tenían que pasar el test de evaluación de los conocimientos que deberían haber adquirido en sesiones asíncronas con el material preparado por los profesores/as.

Actividad 3: Trabajo en el laboratorio.

Los alumnos tenían 8 sesiones de laboratorio de 2 horas, en las que realizaban las 8 prácticas propuestas.

Actividad 4: Preparación de las memorias de laboratorio.

Una vez terminado el trabajo en el laboratorio, los/las estudiantes tenían que elaborar un informe sobre el trabajo realizado.

Actividad 5: Test final.

Una vez terminadas todas las sesiones de laboratorio y entregadas las memorias los/las estudiantes tenían que pasar de nuevo el test de evaluación.