



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación
Convocatoria 2019/2020
Nº de proyecto: 231

Título del proyecto:

**DESARROLLO DE ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE ACTIVO
EN EL LABORATORIO DE BIOQUÍMICA BBM1**

Nombre del responsable del proyecto:
ANA SABORIDO MODIA

Facultad de Ciencias Químicas
Departamento de Bioquímica y Biología Molecular

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Las clases prácticas de laboratorio son un componente esencial dentro de la formación universitaria en las áreas de Ciencias. El laboratorio es un entorno complejo, en el que los requerimientos para estudiantes y profesores son elevados, y donde los estudiantes no solo tienen que asistir a clase y realizar las actividades formativas previstas, sino que deben lograr las habilidades, aptitudes y competencias necesarias para desenvolverse en un laboratorio científico. Hay que conseguir que el alumno adquiera habilidades prácticas (“lo que se hace”), sin olvidar los conceptos subyacentes, los objetivos planteados y las estrategias diseñadas para alcanzar los resultados (“por qué, para qué y cómo se hace”). Todo ello supone fomentar el aprendizaje activo, logrando que no solo las manos, sino la cabeza del estudiante estén enfocadas en su experimento. En consecuencia, el propósito final de este proyecto ha sido **involucrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje activo en el laboratorio**, mediante el desarrollo de tres aspectos concretos: (i) actividades pre-laboratorio; (ii) herramientas de autoevaluación; (iii) actividades formativas complementarias.

Este proyecto se ha realizado en la asignatura “Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular I” (BBM1), impartida en el segundo curso del Grado en Bioquímica y del Doble Grado en Química y Bioquímica. La asignatura ha sido cursada por 55 alumnos en el curso 2019-2020. Se trata de un laboratorio integrado, cuyo desarrollo se prolonga durante 3 meses, suponiendo unas 100 horas de trabajo presencial, con sesiones de prácticas de 4 horas, donde los alumnos trabajan en equipos de 2 o 3 personas. Esta organización permite al profesorado un contacto intenso y continuado con el estudiante y supone un buen escenario para la introducción y el desarrollo de nuevas estrategias que favorezcan el aprendizaje.

Los objetivos específicos propuestos en la presentación del proyecto fueron:

- Con respecto a los **ALUMNOS**
- Implicar al alumnado en el diseño, elaboración, puesta a punto y utilización de las actividades propuestas, así como en el propio proyecto de innovación.
- Promover el APRENDIZAJE ACTIVO durante el desarrollo de la asignatura, mediante las actividades pre-laboratorio y de auto-evaluación y retroalimentación.
- Dotar a los alumnos de herramientas de APRENDIZAJE AUTÓNOMO a través de las actividades pre-laboratorio, ejercicios de auto-evaluación, vídeos docentes y cuestiones tipo test on-line.
- Fomentar el trabajo EN EQUIPO en la elaboración de las actividades propuestas, del póster, el vídeo, etc.
- Fomentar las HABILIDADES DE COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA, se motivará al alumno para presentar sus resultados en diferentes formatos de un modo científico, creativo, visual y resolutivo.

- Aumentar su **COMPETENCIA LINGÜÍSTICA** en inglés científico. Para ello se les proporcionará diferente material en inglés y tendrán que redactar parte de sus resultados en este idioma.
- Promover el **ESPÍRITU CRÍTICO** del alumno mediante la reflexión sobre su propio trabajo y el de sus compañeros al tener que valorar los productos elaborados por los demás equipos.

- Con respecto a los **DOCENTES**
- Dotar al profesorado de **HERRAMIENTAS DOCENTES** adicionales con las que reforzar su labor docente y poder motivar al alumno en el aprendizaje activo de los contenidos.
- Dar los cauces necesarios para la progresiva implantación del **INGLÉS** en la asignatura.

- Con respecto a la **ASIGNATURA**
- Potenciar la repercusión de la asignatura **BBM1** en la formación de los alumnos al promover el **APRENDIZAJE ACTIVO**.
- Ampliar los objetivos docentes de la asignatura mediante el empleo de diferentes técnicas de comunicación de resultados científicos (a través del **CONGRESO** en donde los alumnos exponen sus trabajos).
- Profundizar transversalmente en los contenidos de la asignatura: se le dará al alumno la oportunidad de conocer el trabajo de base de un laboratorio de Bioquímica a través de una visita organizada al laboratorio de los técnicos.
- Una mayor integración de la labor del **PAS** con la asignatura al involucrarles en este proyecto.

- Con respecto al **GRADO DE BIOQUÍMICA**
- Reforzar la calidad de la enseñanza del Grado de Bioquímica en el Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la UCM y mejorar de este modo su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior.

2. Objetivos alcanzados

El desarrollo del presente Proyecto de Innovación ha permitido alcanzar los objetivos concretos previstos en su solicitud.

- Con respecto a los **ALUMNOS**
- **IMPLICACIÓN EL PROYECTO DE INNOVACIÓN:** Los alumnos matriculados en la asignatura han utilizado el material didáctico creado y han participado voluntariamente en las actividades formativas complementarias, valorando muy positivamente ambas herramientas (Anexo I). Además, cinco alumnos de tercer curso, que realizaron la asignatura el año anterior, han participado, en colaboración directa con los profesores, en el diseño, elaboración y puesta a punto de los test pre-laboratorio, las plantillas para el cuaderno de laboratorio y las correspondientes hojas de autoevaluación.
- **APRENDIZAJE ACTIVO Y AUTONOMO:** los distintos documentos y herramientas desarrolladas en este proyecto, junto con otras derivadas de proyectos previos, tales como la página web, vídeos docentes, cuestionarios *online*, etc., estaban a disposición de los estudiantes en el Campus Virtual de la asignatura (Anexo II). Estos contenidos han potenciado y facilitado el aprendizaje, según se deriva de los resultados de la encuesta de valoración del Proyecto (Anexo I)
- **TRABAJO EN EQUIPO:** además del trabajo en las sesiones de laboratorio, parte de las actividades propuestas en este proyecto se han desarrollado en equipos de 2 a 3 alumnos.
- **HABILIDADES DE COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA:** más de un 90 % de los alumnos han participado de modo voluntario en el Congreso organizado por los profesores, presentando posters con sus resultados experimentales, y vídeos que dan respuesta a cuestiones breves relacionadas con la asignatura. Todo ello supone para el alumno una introducción en la comunicación científica.
- **COMPETENCIA EN INGLÉS CIENTÍFICO:** se ha potenciado por varias vías. Por un lado, se ha reforzado la utilización en las clases de vídeos y trabajos científicos en inglés. Por otro lado, los alumnos han tenido que presentar en inglés algunas secciones de los trabajos escritos obligatorios. Además, 14 de los 17 posters presentados fueron redactados totalmente en dicha lengua. La calificación del test de inglés, disponible en el Campus virtual y que se realizan al comienzo y al final de la asignatura, indica una leve mejoría (8,2 a 8,4) en su competencia lingüística tras cursar la asignatura.
- **EL ESPÍRITU CRÍTICO** del alumno se promovió mediante la reflexión y el análisis de su propio trabajo experimental y al tener que emitir una valoración sobre los productos elaborados por los otros equipos en el Congreso organizado dentro de la asignatura.

- Con respecto a los **DOCENTES y PAS:**

- El presente proyecto ha permitido el diseño y elaboración de nuevas HERRAMIENTAS DOCENTES con las que poder motivar al alumno en el aprendizaje activo de los contenidos.
- Los TÉCNICOS DE LABORATORIO implicados en este Proyecto se han encargado de guiar a los alumnos en las VISITAS AL DEPARTAMENTO de Bioquímica, en las que dan a conocer la importancia de su propio trabajo, muestran las instalaciones del departamento y presentan las principales líneas de investigación desarrolladas en ellas. Estas visitas resultan de gran interés (más de un 90% del alumnado las realizó) y son muy bien valoradas por los estudiantes y los técnicos. Con esta actividad se ha involucrado al PAS en la formación del alumnado y se ha dado relevancia a su trabajo imprescindible para el funcionamiento del laboratorio.
- Se ha conseguido formar un equipo sólido de trabajo con capacidad docente consolidada.

- Con respecto a la **Asignatura** y al **Grado de Bioquímica:**

- Se dispone de nuevas herramientas docentes con las que poder motivar al alumno en el APRENDIZAJE ACTIVO de los contenidos, tales como los test pre-laboratorio, las plantillas para la elaboración y autoevaluación del cuaderno de laboratorio o las rúbricas de evaluación, herramientas que estarán disponibles para su utilización en los próximos cursos.
- Se ha ampliado los objetivos docentes de la asignatura mediante el empleo de diferentes técnicas de comunicación de resultados científicos y actividades llevadas a cabo durante el proyecto.
- La calidad de la enseñanza en el Grado de Bioquímica se refuerza mediante el empleo de las nuevas herramientas docentes y de las actividades formativas complementarias propuestas.

En resumen, a lo largo de este Proyecto se han desarrollado las siguientes herramientas docentes:

- 10 Test pre-laboratorio con cuestiones de opción múltiple*.
- 10 Plantillas para la elaboración del cuaderno de laboratorio*.
- 10 Hojas de autoevaluación para el cuaderno de laboratorio*.

[Diseñadas específicamente para prácticas de la asignatura Laboratorio BBM1]:*

- 3 Rubricas de evaluación para diferentes partes de la asignatura.
- 17 Posters elaborados por los alumnos sobre sus resultados experimentales. Quedarán expuestos en el laboratorio de alumnos para que sirvan de ayuda e inspiración a otros estudiantes en próximos cursos académicos.
- 21 Vídeos didácticos creados por los alumnos, explicando alguna de las técnicas o procedimientos empleados en el laboratorio. Se podrán utilizar en convocatorias futuras de la asignatura.

Todos estos recursos quedan a disposición del Departamento o de quien quiera utilizarlos.

3. Metodología empleada en el proyecto

El desarrollo del proyecto ha precisado tanto de la implicación de los estudiantes, como de una buena interacción profesor-alumno. La metodología empleada para incentivar el aprendizaje activo en el contexto del Laboratorio BBM1 se puede diferenciar en tres partes: actividades en el laboratorio, actividades enfocadas al aprendizaje autónomo y actividades formativas complementarias.

En cuanto al **trabajo en el laboratorio**, la actividad principal ha consistido en la realización al comienzo de cada sesión práctica de un test de opción múltiple, con resolución instantánea, empleando la aplicación para teléfono móvil *Socrative* (Anexo III). Esta actividad está diseñada para promover en el alumno la preparación previa de las sesiones de laboratorio y permite al profesor evaluar la comprensión de puntos concretos y así estimar si son necesarias explicaciones adicionales.

El **apoyo al aprendizaje autónomo** (fuera del laboratorio) se ha llevado a cabo mediante la elaboración de material didáctico con la finalidad de:

- Facilitar la realización del cuaderno de laboratorio, antes, durante y después de la sesión de laboratorio. Para lo que se crearon esquemas o plantillas específicas para cada una de las sesiones prácticas (Anexo IV).
- Proporcionar al alumno herramientas de autoevaluación, consistentes en hojas de autoevaluación para los experimentos registrados en el cuaderno de laboratorio y rúbricas de evaluación para los informes finales obligatorios en la asignatura.

Además, se han ofrecido al estudiante otros materiales de apoyo al aprendizaje disponibles en el Campus Virtual, tales como contenido multimedia propio de la asignatura, ejercicios prácticos con y sin resolución, test de inglés científico cuestionarios de autoevaluación sobre temas concretos, bibliografía específica, etc. (Anexo II).

Con relación a las **actividades formativas complementarias**, su desarrollo potencia el aprendizaje por vías alternativas a la docencia formal, poniendo en contacto al estudiante con aspectos más profesionales de la Ciencia.

- Visita a las Instalaciones del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, coordinada por los Técnicos de Laboratorio.
- Congreso científico-docente, organizado dentro de la asignatura, donde los estudiantes presentan posters y vídeos, realizados por ellos mismos.

4. Recursos humanos

El éxito de este proyecto ha sido posible gracias a la implicación de las personas que han formado parte del mismo, todas ellas pertenecientes a la Universidad Complutense. El equipo de trabajo está integrado por:

1- Profesores del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular (BBM), con experiencia docente acreditada, en particular en la asignatura objeto de este proyecto, así como en el desarrollo de proyectos de innovación educativa. La profesora Titular Ana Saborido Modia, está adscrita a la Facultad de Ciencias Químicas, mientras que el resto de los profesores están adscritos a la Facultad de Ciencias Biológicas: la Catedrática, Isabel de la Mata Riesco y los profesores Titulares: Miguel Arroyo Sánchez y María José Feito Castellano, así como la contratada post-doctoral Bárbara Olmeda Lozano. Además, han colaborado en diversas actividades del proyecto, aunque no estén incorporados formalmente al mismo, las profesoras Titulares Juana María Navarro Llorens y Mar Lorente Pérez y el profesor Ayudante Doctor Antonio Sánchez Torralba.

2- Personal de Administración y Servicios del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Los Técnicos de Laboratorio del Departamento de BBM, especialistas en Bioquímica, han aportado su experiencia al proyecto a distintos niveles. En concreto, José Luis Garrido y José Luis Nieto se han encargado del desarrollo de la actividad “Visita a las Instalaciones del Departamento BBM”, en la Facultad de Ciencias Químicas, mientras que la visita en la Facultad de Ciencias Biológicas, la han llevado a cabo las técnicas de laboratorio: Teresa López Conejo y Regina Ranz Valdecasa, que no están formalmente incorporadas al proyecto.

La mayoría de los miembros del equipo de trabajo, tanto PDI como PAS, han participado en el Proyecto Innova-Docencia Nº 135 de la convocatoria 2017-2018 (*Conectando el Laboratorio de Bioquímica a la Red*), así como en otros proyectos de Innovación Educativa previos centrados en la asignatura de laboratorio que nos ocupa. Por lo tanto, han estado trabajando con continuidad durante más de seis años con el objetivo de mejorar e innovar en el Laboratorio BBM1.

3- Estudiantes de tercer curso del Grado en Bioquímica, que realizaron la asignatura el curso 2018-2019: Rafael Amigot Sánchez, Elena Blanco Arribas, Mateo Cueto Remacha, Claudia Guerra Espinosa y Patricia Rodríguez Solana. Ellos han aportado la visión del alumno sobre las propuestas del proyecto y han estado directamente involucrados en el diseño, la elaboración y las pruebas previas de algunas de las herramientas docentes.

Además, se ha contado con la participación de todo el **alumnado** matriculado en la asignatura a la que se ha aplicado el proyecto, el Laboratorio de Bioquímica y Biología Molecular I.

5. Desarrollo de las actividades

Las actividades se han desarrollado de acuerdo con el plan de trabajo establecido en la solicitud del proyecto. Se enumeran a continuación las actividades realizadas.

- PREVIAS AL COMIENZO DE LA ASIGNATURA.

Desde la concesión del proyecto se realizaron varias **reuniones de coordinación**, en las que los componentes del equipo se organizaron en tres grupos según la finalidad de la misma. El grupo docente formado por los profesores, se encargó de fijar calendarios, y distribuir la elaboración del material didáctico, y posteriormente revisarlo y probarlo. Los estudiantes de tercer curso, junto con la responsable del proyecto y otros dos profesores, se reunieron para incluir la visión del alumno en las propuestas del proyecto y organizar su colaboración en el diseño y realización de material didáctico. La planificación de la actividad “Visita a las instalaciones del Departamento BBM” se llevó a cabo entre el personal del PAS, la profesora María Navarro y la coordinadora del proyecto.

Durante los meses de junio y julio de 2019, se diseñaron, crearon y revisaron las **herramientas docentes** pensadas para promover el aprendizaje activo en el alumno. Se distribuyeron las prácticas de los bloques I y II del programa de la asignatura entre cinco equipos, formados por un profesor y un estudiante colaborador, que se encargaron de redactar para cada práctica el siguiente material: (i) las preguntas del test pre-laboratorio de opción múltiple; (ii) la plantilla base para el cuaderno de laboratorio; (iii) la hoja de autoevaluación para el registro del experimento en el cuaderno de laboratorio. Posteriormente varios profesores revisaron y homogeneizaron los documentos, antes de incorporarlos al Campus Virtual y los estudiantes probaron los test. Por otro parte, los profesores se encargaron de la elaboración de las rúbricas de evaluación para los dos informes finales obligatorios y para el cuaderno de laboratorio en su conjunto.

- DURANTE EL DESARROLLO DE LA ASIGNATURA (septiembre- diciembre 2019)

Test pre-laboratorio

Al comienzo de cada sesión de laboratorio, empleando la aplicación *Socrative*, se realizó un pequeño test de opción múltiple, sobre los experimentos de la sesión práctica, con 4 o 5 preguntas que se resolvían en el momento. La aplicación es fácil de usar, el test no consume mucho tiempo y no resulta extraño para el estudiante, permite un seguimiento en tiempo real de las respuestas de los alumnos y elabora un informe final detallado de los resultados del test. Un ejemplo de los test planteados y de los informes que se obtienen, se presenta en el Anexo III. Esta actividad contribuye a que el estudiante llegue a la sesión de prácticas habiéndose preparado para lo que tiene que hacer en el

laboratorio y consigue que pueda seguir mejor las explicaciones del profesor. Además, proporciona al profesor información directa y objetiva sobre los aspectos de la práctica que resultan más difíciles de entender y que requieren explicaciones adicionales. En la encuesta de valoración (Anexo I) los estudiantes han asignado a esta actividad un $7,8 \pm 1,4$ sobre 10.

Utilización del material docente elaborado en el proyecto

El material docente creado para el apoyo al aprendizaje autónomo estaba disponible en el Campus Virtual. Dichos documentos fueron repetidamente consultados por todos los estudiantes, como reflejan los registros de acceso de la plataforma Moodle. Cabe destacar que estas herramientas recibieron una muy buena valoración por parte de los alumnos (Anexo I), en particular, las plantillas para el registro de los experimentos en cuaderno de laboratorio, $9,6 \pm 0,6$.

Uso del material docente disponible en el Campus Virtual

Desde el Campus Virtual (Anexo II), también es posible acceder al material docente asociado a anteriores proyectos de innovación, por ejemplo: la página *web* de la asignatura BBM1 (<http://www.recursosbioquimica.es>) con diversos recursos de interés; una serie de vídeos didácticos realizados por los profesores; varios test para que el alumno evalúe su grado de comprensión de los temas abordados en los vídeos; una prueba de inglés, para valorar su nivel de inglés científico. Además, están disponibles varios contenidos asociados al uso del inglés en la ciencia, en general, y en la asignatura, en particular. La utilización de estos recursos fue voluntaria y según los registros del Campus Virtual, menos de la mitad de los alumnos accedieron a ellos.

Visita a las Instalaciones del Departamento

Esta actividad tuvo una gran aceptación por parte de los alumnos, con un 93% de asistencia voluntaria y una excelente valoración ($9,2 \pm 1,0$, Anexo I). Durante 2 horas, los técnicos de laboratorio explicaron a los estudiantes en grupos de 12-14 personas en qué consiste su trabajo y su importancia para el funcionamiento del laboratorio de prácticas. Además, les mostraron las instalaciones y equipamiento del departamento, y durante la visita pudieron charlar de modo distendido con algunos doctorandos e investigadores del Departamento.

- AL FINAL DE LA ASIGNATURA

Realización por los alumnos de posters científicos y vídeos didácticos

Entre las actividades formativas complementarias de la asignatura está la participación en un Congreso de carácter científico-docente, donde los estudiantes presentan sus propias aportaciones realizadas en equipos de 2 a 3 personas. Por un lado, los alumnos diseñaron posters para presentar los resultados experimentales que obtuvieron en un mini-proyecto práctico realizado en la asignatura; los posters se imprimieron en tamaño 2 x A3, se expusieron en la jornada del Congreso y, posteriormente se colocan en los laboratorios de alumnos, como apoyo a las generaciones futuras.

El Anexo V muestra un par de ejemplos de los posters realizados por los estudiantes este curso. Por otro lado, rodaron y editaron vídeos didácticos sobre procedimientos o técnicas desarrolladas en el laboratorio, de 3 a 4 minutos de duración y en formato mp4. Para la realización de ambos tipos de aportaciones, los estudiantes contaron con el asesoramiento de los profesores de la asignatura y la ayuda técnica del Dr. Antonio Sánchez Torralba.

Desarrollo del Congreso científico-docente

Las aportaciones preparadas de modo voluntario por los distintos grupos de estudiantes se presentaron en una jornada que tuvo lugar el día 16 de diciembre de 2019 en el salón de actos de la Facultad de CC Biológicas (UCM). En el Congreso participaron un 70% de los alumnos elaborando un póster y un 90% rodando un vídeo; se presentaron un total de 17 posters, 14 de ellos redactados en inglés, y de 21 vídeos, todos ellos en español. Durante la jornada los alumnos dispusieron de una hoja de evaluación (Anexo VI), para la valoración anónima de los trabajos desarrollados por los restantes grupos; además, en la hoja de evaluación disponían de espacio para hacer comentarios y sugerencias de mejora sobre la asignatura y el proyecto de innovación, lo que hicieron un 40 % de los alumnos. Al final de la jornada, los alumnos votaron el mejor poster y el mejor vídeo; como ya se ha mencionado, la valoración crítica del propio trabajo o del realizado por otros compañeros es un aspecto que puede contribuir notablemente a la formación del estudiante.

Junto con la votación para los posters y los vídeos, se pidió a los alumnos que respondieran a un **cuestionario de evaluación del Proyecto de innovación** y sus herramientas y actividades, a través de la aplicación *Socrative*. Los resultados de dichas valoraciones aparecen resumidos en el Anexo I.