



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2023/2024

Proyecto nº 197

Estrategias docentes innovadoras para el estudio de las interrelaciones metabólicas
entre órganos y tejidos especializados y su papel clave en diferentes estados
fisiopatológicos

Responsable del proyecto: María Teresa Portolés Pérez

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El metabolismo implica un equilibrio dinámico entre las múltiples y diversas reacciones que tienen lugar en los diferentes tipos celulares especializados de órganos y tejidos, que colaboran activamente para el correcto funcionamiento del organismo.

El **objetivo principal** del proyecto ha sido **facilitar el estudio del metabolismo, su regulación y las interrelaciones entre órganos y tejidos con muy distintos perfiles metabólicos, destacando su importancia en diversos estados fisiopatológicos: ayuno, situación postprandial, ejercicio, diabetes**. El proyecto ha pretendido además poner de manifiesto la importancia de todos estos conocimientos para poder desarrollar proyectos de investigación en diferentes áreas.

En este contexto, el proyecto ha sido planteado con los siguientes **objetivos específicos**:

- Despertar el interés de los estudiantes por el estudio del metabolismo y su regulación, destacando la importancia de las interrelaciones metabólicas entre órganos y tejidos especializados en diferentes estados fisiopatológicos
- Mejorar la calidad de la docencia utilizando nuevas herramientas digitales que faciliten la comprensión y el estudio de la interconexión de diferentes rutas metabólicas
- Desarrollar la capacidad de los estudiantes para la comunicación oral y escrita, estimulando su creatividad, el trabajo en equipo y la coordinación entre grupos
- Transmitir a los estudiantes la importancia del estudio del metabolismo para poder desarrollar en un futuro actividades investigadoras en diferentes áreas
- Atraer e integrar a los estudiantes de primer curso de Grado en Biología, disminuyendo la tasa de abandono educativo en la UCM.

2. Objetivos alcanzados

Los estudiantes de los cinco grupos de primero de Grado en Biología, tutorizados por las cuatro profesoras (MT Portolés, B Gómez-Miguel, A Saborido, M Echaide) que imparten los temas de Metabolismo del programa de Bioquímica, han realizado las actividades descritas en el apartado 3 (Metodología empleada en el proyecto) alcanzando con éxito los objetivos descritos en el apartado 1.

La participación de los estudiantes en el proyecto ha sido superior al 95%, en todos los grupos, demostrando **el elevado interés que ha despertado en el alumnado el estudio del metabolismo y de las interrelaciones entre órganos y tejidos especializados en diferentes estados fisiopatológicos.**

La utilización de nuevas herramientas digitales como el programa MIRO para elaborar entre todos los estudiantes un mapa integrador interactivo del metabolismo, ha permitido **mejorar la calidad de la docencia facilitando la comprensión y el estudio de la interconexión de diferentes rutas metabólicas.**

La elaboración de preguntas de examen relacionadas con los temas tratados en clase y la preparación de infografías mostrando los aspectos principales de los diferentes órganos y tejidos (tipos celulares, función, perfil metabólico, cooperación metabólica, enfermedades) han contribuido a **desarrollar la capacidad de los estudiantes para la comunicación oral y escrita, estimulando su creatividad, el trabajo en equipo y la coordinación entre grupos.**

Las charlas impartidas por diferentes profesoras al final del proyecto (MT Portolés, B Gómez-Miguel, A Saborido) y por M Cicuéndez (PAD) experta en Metabolómica, han permitido resaltar la **importancia del estudio del metabolismo para poder llevar a cabo proyectos de investigación en diferentes áreas.**

En conclusión, el **presente proyecto ha contribuido significativamente a atraer e integrar a los estudiantes de primer curso de Grado en Biología, disminuyendo la tasa de abandono educativo en la UCM.**

3. Metodología empleada en el proyecto

Para el desarrollo del proyecto en cada uno de los cinco grupos de la asignatura Bioquímica de primer curso de Grado en Biología, los estudiantes se han distribuido en cinco equipos de 16/18 personas con un representante por equipo. Cada uno de los equipos se ha subdividido en 4 sub-equipos de 4/5 personas para agilizar el desarrollo del proyecto.

EQUIPOS

- **Sistema nervioso central (equipo SNC)**
- **Músculo (equipo M)**
- **Hígado (equipo H)**
- **Glóbulos rojos (equipo GR)**
- **Tejido adiposo (equipo TA)**

La **metodología empleada** se indica a continuación atendiendo a las diferentes **actividades realizadas**.

- **Elaboración de preguntas de examen.** Para esta actividad se ha utilizado el **Campus Virtual**, creando en cada grupo de teoría una sección como **Tarea** en la que los estudiantes han ido entregando cada dos semanas una pregunta de examen por cada sub-equipo sobre aspectos fundamentales tratados en clase.
- **Realización de infografías.** Los estudiantes han utilizado los programas **BioRender y PowerPoint** para la preparación de una infografía por cada equipo, incluyendo los tipos celulares, el perfil metabólico, la cooperación metabólica, y las enfermedades de los órganos y tejidos seleccionados. El proyecto incluye la **realización de un video explicativo sobre BioRender preparado por L Casarrubios.. Las infografías han sido impresas en disposición horizontal tamaño A0 en el Laboratorio de Medios Audiovisuales de la Facultad de Ciencias Biológicas y expuestas en paneles** en la entrada principal de la Facultad del 13 al 17 de mayo para la difusión del proyecto.
- **Elaboración de un mapa integrador interactivo del metabolismo.** Esta actividad se ha realizado con la **aplicación MIRO en las aulas de informática de la Facultad de Ciencias Biológicas**, destacando la interconexión de las diferentes rutas metabólicas en la que se basa el funcionamiento del organismo. Los estudiantes han asistido en **turnos de 30 por aula**, considerando la capacidad de las aulas de informática de la Facultad. El proyecto incluye la **elaboración de un video explicativo sobre la herramienta digital MIRO preparado por L Casarrubios.**
- **Charlas sobre la importancia del metabolismo para desarrollar muy diferentes proyectos de investigación**, impartidas el 16 de mayo en el **Salón de Actos de la Facultad de Ciencias Biológicas** por diferentes profesoras (**MT Portolés, B Gómez-Miguel, A Saborido**) y **M Cicuéndez (PAD)**, experta en Metabolómica.

L Varea, Secretaria Administrativa del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular en la Facultad de Ciencias Químicas, ha llevado a cabo la organización de los listados de estudiantes (alrededor de 400) de los diferentes equipos y otras tareas administrativas.

Los **antiguos estudiantes** componentes del equipo del proyecto, han intervenido en el proyecto aconsejando a los nuevos estudiantes en las diferentes actividades realizadas para una mejor organización en el estudio del Metabolismo.

4. Recursos humanos

El equipo que ha desarrollado el presente proyecto está compuesto por 5 miembros PDI (1 Catedrática de Universidad, 3 Profesoras Titulares de Universidad y 1 Profesora Ayudante Doctor), 2 miembros PAS (1 Contratada Postdoctoral y 1 Secretaria Administrativa) y 28 estudiantes colaboradores que han cursado la asignatura en cursos anteriores. La demostrada experiencia docente de las profesoras del proyecto, así como el gran interés demostrado por todos los componentes del equipo, han permitido llevar a cabo el proyecto y obtener resultados muy satisfactorios. La experiencia de los diferentes miembros del equipo se detalla a continuación:

- M^a Teresa Portolés: Catedrática de Bioquímica desde 2011. Antigüedad UCM 1981. Ocho quinquenios docentes evaluados positivamente por la Universidad Complutense. Valoración EXCELENTE en la Evaluación de la Calidad Docente organizada por el Vicerrectorado de Desarrollo y Calidad de la Docencia UCM, Programa Docentia UCM en los cursos 2012/2013, 2014/2015. Premio por Excelencia Docente 2015-2021 (Programa Docentia-UCM).

- Begoña Gómez-Miguel: Profesora titular de Bioquímica desde 1992. Antigüedad UCM 1981. Seis quinquenios de docencia evaluados positivamente por la UCM. Valoración POSITIVA Programa Docentia UCM en los cursos 2013/2014, 2014/2015 y 2018/2019. Valoración MUY POSITIVA en el curso 2016/2017.

- Ana Saborido Modia: Profesora Titular de Bioquímica desde 2003. Antigüedad UCM 1987. Seis quinquenios de docencia evaluados positivamente por la UCM. Valoración MUY POSITIVA en la Evaluación de la Calidad Docente organizada por el Vicerrectorado de Desarrollo y Calidad de la Docencia (UCM) (cursos 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019, 2020/2021), Valoración MUY POSITIVA en último tramo evaluado en los trienios 2014-2017 y 2017-2021.

- Mercedes Echaide Torreguitar: Profesora Asociada desde 2008 hasta 2013; Profesora Contratada Doctora desde 2019; Asesora del Vicerrectorado de Estudiantes para la Orientación Universitaria y el Aprendizaje Colaborativo desde 2021; Coordinadora del equipo iGEM-UCM desde 2019. Valoración MUY POSITIVA en el Programa Docentia en el curso 2019/2020 y EXCELENTE en el curso 2021/2022

- Mónica Cicuéndez Maroto: Profesora Ayudante Doctor (PAD) desde 2021. Antigüedad UCM 2008. Docencia teóricopráctica en el Grado en Biología, Grado en Farmacia, Doble Grado en Farmacia – Nutrición Humana y Dietética y Grado en Ingeniería de Materiales, Postgrado nacional (Máster en Biomateriales UCM) e internacional (Máster en Biología Molecular y Celular Universidad de Aveiro), y en programas de movilidad (TASSEP, Universidad de Florida, EEUU). Valoración MUY POSITIVA en el Programa Docentia UCM en el curso 2021/2022. Experiencia docente en Metabólica por RMN (Máster en Biomateriales UCM curso 2020-21-actualidad)

- Laura Casarrubios Molina: Investigadora posdoctoral con experiencia docente en prácticas de Fundamentos de Ingeniería Genética y Genómica y Bioquímica desde 2016. Antigüedad UCM 2016. Co-dirección del Trabajo de Fin de Grado de Alberto Polo Montalvo en 2020, calificado con sobresaliente. Miembro del equipo de Biomimicry Iberia desde 2017, generando contenido e impartiendo docencia, congresos, talleres y workshops en escuelas, universidades y pequeñas empresas

<https://biomimicryiberia.com/>

- Lourdes Varea, Secretaria Administrativa del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular en la Facultad de Ciencias Químicas.

5. Desarrollo de las actividades

Tal como se ha indicado en el apartado 3, los estudiantes de cada uno de los cinco grupos de la asignatura Bioquímica de primer curso de Grado en Biología se han distribuido en cinco equipos de 16/18 personas con un representante por equipo:

- Sistema nervioso central (equipo SNC)
- Músculo (equipo M)
- Hígado (equipo H)
- Glóbulos rojos (equipo GR)
- Tejido adiposo (equipo TA)

Cada uno de estos equipos estaba formado a su vez por 4 sub-equipos de 4/5 personas para agilizar el desarrollo del proyecto.

Todas las actividades propuestas en el proyecto se han llevado a cabo satisfactoriamente gracias al esfuerzo de las profesoras y al interés mostrado por los estudiantes. Durante el **desarrollo de las actividades del proyecto**, las profesoras han estado en contacto con los diferentes equipos y sub-equipos que puntualmente han entregado sus trabajos (preguntas de examen, infografías, esquemas de las rutas metabólicas para el mapa interactivo de metabolismo) en los plazos establecidos que se detallan a continuación en el cronograma.

CRONOGRAMA

- 1- **Elaboración de preguntas de examen: Desde el comienzo del proyecto y cada 2 semanas**, cada equipo ha entregado a su profesora 4 preguntas de examen (1 por cada sub-equipo) que han sido corregidas y devueltas una vez revisadas. Las preguntas han sido elaboradas por los estudiantes de acuerdo con el formato indicado y han estado enfocadas a aspectos fundamentales tratados en clase. Se han realizado entre cinco y seis entregas en cada grupo, recogiendo alrededor de 500 preguntas en total.
- 2- **Realización de infografías: Desde el comienzo del proyecto**, los estudiantes han buscado la información necesaria para los diferentes apartados de las infografías, comentando con su profesora los diversos aspectos a desarrollar. Las infografías elaboradas en su versión final en pdf han sido entregadas a cada profesora el 29 de abril. La **impresión de las 15 infografías seleccionadas** se ha realizado en disposición horizontal tamaño A0 durante la **semana del 6 de mayo en el Laboratorio del Aula Virtual de la Facultad de Ciencias Biológicas**. La **exposición en paneles** se ha realizado con éxito del **13 al 17 de mayo en la entrada principal de la Facultad de Ciencias Biológicas**.
- 3- **Elaboración de un mapa integrador interactivo del metabolismo: La semana del 6 de mayo** se utilizó la aplicación MIRO en las aulas de informática para realizar entre todos los equipos un mapa integrador del metabolismo, destacando la interconexión de las diferentes rutas metabólicas en la que se basa el funcionamiento del organismo.
- 4- **Las charlas** indicadas a continuación fueron impartidas a los estudiantes en el **Salón de Actos de la Facultad de Ciencias Biológicas el 16 de mayo** en dos

turnos consecutivos, de 10:00 a 11:30 y de 11:30 a 13:00, considerando la capacidad del Salón de Actos y el elevado número de estudiantes.

- **“El músculo, ese desconocido”** impartida por **Ana Saborido**.
- **“Un modelo experimental de ELA esporádica”** impartida por **Begoña Gómez-Miguel**.
- **“Respuesta de diferentes tipos celulares a biomateriales con aplicación biomédica”** impartida por **María Teresa Portolés**.
- **“Fundamentos y aplicaciones de la Metabolómica en investigación”** impartida por **Mónica Cicuéndez**.
- Por último, el estudiante colaborador **Raúl Marín Torralba**, presentado por la profesora **Mercedes Echaide**, expuso cómo, a partir de la formación recibida en esta asignatura en el curso anterior, entró a formar parte de un equipo multidisciplinar de estudiantes que participará en la prestigiosa **competición internacional de Biología Sintética (iGEM)** que se celebrará en octubre de 2024 en París.

A la salida de las charlas se controló la asistencia y se visitaron las infografías expuestas en la entrada principal de la Facultad de Ciencias Biológicas.

La contribución de cada estudiante en cada una de las actividades ha sido indicada en un documento que consensuado por todos los miembros de cada equipo y entregado a cada profesora al final del proyecto.

El elevado número de estudiantes (alrededor de 400) que han desarrollado las diferentes actividades, pone de manifiesto el entusiasmo del alumnado y deja constancia de la motivación y el interés que el proyecto ha despertado en los estudiantes de primero de Grado en Biología.

GASTOS DEL PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto fueron concedidos 500 euros que han sido utilizados para la impresión de las infografías en papel fotográfico A0 en el Laboratorio de Medios Audiovisuales de la Facultad de Ciencias Biológicas (478 euros). Para la exposición de las infografías en los paneles de la Facultad fue necesario comprar 6 metros de velcro (5.85 euros).

6. Anexos

El proyecto ha sido difundido a través de la **web de la Facultad de Ciencias Biológicas**, la **web del Departamento de Bioquímica y Biología Molecular** y las **redes sociales**.



Lourdes Varea, María Teresa Portolés, Mónica Cicuéndez, Ana Saborido, Begoña Gómez-Miguel y Mercedes Echaide



Estudiantes de 1º de Grado en Biología en una de las aulas de informática de la Facultad de Ciencias Biológicas con María Teresa Portolés (responsable del proyecto)



Estudiantes de 1º de Grado en Biología, Begoña Gómez-Miguel, María Teresa Portolés y Ana Saborido en la exposición de las infografías en la Facultad de Ciencias Biológicas