

# Una experiencia de aprendizaje activo que mejora el éxito y la actitud de los estudiantes en la enseñanza de Biología Celular y Tisular

## An active learning experience that improves the success and attitude of students in the teaching of Cell and Tissue Biology

Sara Mira<sup>1</sup>, Marcela Rosato<sup>2</sup>, Ignacio Moreno Segarra<sup>3</sup> y Elena Carrió<sup>1</sup>  
sara.mira@upm.es, crosato@ucm.es, igmore01@ucm.es, elena.carrio@upm.es

<sup>1</sup>Departamento de Biotecnología y Biología Vegetal  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (ETSIAAB), Universidad Politécnica de Madrid (UPM)  
Madrid, España

<sup>2</sup>Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología  
Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid (UCM)  
Madrid, España

<sup>3</sup>Departamento de Periodismo y Nuevos Medios  
Facultad de Ciencias de la Información, Universidad Complutense de Madrid (UCM)  
Madrid, España

**Resumen-** En las prácticas de la asignatura Biología Celular y Tisular, materia obligatoria de primer curso del Grado en Ingeniería Biomédica de la Escuela Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid, en el curso 2022/2023 se implementó una innovación en el diseño de aprendizaje con el fin de fomentar mayor compromiso, comunicación, interactividad y participación del estudiantado. La innovación implicó incorporar actividades que daban más oportunidades para interactuar con compañeros y compañeras, con los materiales de aprendizaje y con el profesorado, pero no conllevaban un aumento ni cambio de contenido. El objetivo del estudio es evaluar cómo ésta nueva innovación del diseño de aprendizaje influye en el éxito, desempeño de la asignatura y en la satisfacción en el aprendizaje. Los resultados obtenidos mostraron un mayor éxito en el aprendizaje tras la implantación de la innovación metodológica, así como una mejora en la actitud de los estudiantes hacia las actividades desarrolladas en la asignatura. El alumnado valora positivamente a las actividades de aprendizaje activo en las que se requiere un mayor grado de participación porque mejoran sus actitudes durante el desempeño de las sesiones prácticas, incrementan su capacidad formativa y nivel de competencias genéricas, específicas y transversales.

**Palabras clave:** aprendizaje activo, biología, ingeniería.

**Abstract-** Cellular and Tissue Biology is a mandatory subject of the first year of the Degree in Biomedical Engineering of the Superior School of Telecommunications Engineers of the Polytechnic University of Madrid, that includes practices incorporating active learning sessions since the creation of the subject. In the 2022/23 academic year, an innovation was implemented in the learning design of the practices in order to encourage more commitment, communication, interactivity and student participation. The innovation implied incorporating activities that gave more opportunities to interact with classmates, with the learning materials and with the teachers, but did not entail an increase or change in content. The aim of the study is to assess how this new learning design innovation influences success, subject performance and learning satisfaction. The results obtained showed a greater success in learning after the implementation of the methodological innovation, as well as an

improvement in the attitude of the students towards the activities developed in the subject. Students value positively the active learning activities in which a higher degree of participation is required because they improve their attitudes during the performance of the practical sessions, increase their training capacity and level of generic, specific and transversal competences.

**Keywords:** active learning, biology, engineering.

### 1. INTRODUCCIÓN

La metodología de la lección magistral de la mayoría de las asignaturas de ciencias presenta grandes desafíos para la docencia y el aprendizaje. La comunicación unidireccional de información promueve un aprendizaje pasivo y superficial, que falla en la capacidad para motivar al estudiante (Bransford et al., 2000; Weimer, 2002). Por este motivo, en las últimas décadas se ha hecho hincapié en la necesidad de cambiar esta metodología por estrategias de aprendizaje activo (Handelsman, 2004). Los métodos de enseñanza que fomentan este tipo de aprendizaje se enmarcan en el contexto de la filosofía constructivista (Brent, 1996). Se basan en el hecho de que cada persona aprende de manera distinta y, por tanto, sitúan al estudiante como protagonista de su proceso de aprendizaje, y al profesorado como guía, orientador y motivador (Perkins, 1991).

El concepto de aprendizaje activo es muy amplio y se refiere principalmente a las aproximaciones diseñadas para que el estudiante participe en su aprendizaje, en lugar de ser un sujeto pasivo (Allen y Tanner, 2005). Las bases sobre las que se asienta son: que el papel activo del estudiante le lleva a niveles de comprensión más profundos y duraderos; que la comprensión del estudiante se relaciona con las conexiones que es capaz de establecer con la realidad; y que el trabajo en grupo maximiza el aprendizaje. Sobre estos fundamentos, se despliegan formas variadas de promover este tipo de aprendizaje, pero todas ellas implican objetivos claramente establecidos y metodologías

acordes a ellos, recursos de apoyo dentro y fuera del aula y sistemas de evaluación coherentes. La combinación de estos elementos contribuye al éxito de este tipo de aprendizaje (García-Peñalvo et al., 2019).

Al colocar al estudiante en el foco de su propio proceso formativo, esta aproximación cambia el enfoque de la enseñanza al aprendizaje, y en definitiva promueve un entorno más acorde con el desarrollo cognitivo que se requiere para convertir al estudiante en un pensador independiente y crítico (Armbruster et al., 2009). Los estudiantes están activamente implicados en el proceso de aprendizaje, lo cual, según las condiciones, puede conducir a una mayor responsabilidad en el proceso, mayor motivación y a un resultado final más satisfactorio para todos los agentes del proceso (Lamon et al., 2020). Numerosos estudios muestran cómo el aprendizaje activo conduce a una mejora de las actitudes de los estudiantes (Preszler et al., 2007).

La materia de Biología general comprende el estudio de los principios básicos que caracterizan a los seres vivos: biología celular y tisular, fisiología, diversidad biológica, evolución y ecología. La materia de Biología, y en especial la biología celular e histología es un contenido incluido en la mayoría de las titulaciones de Grados experimentales, generalmente en los primeros cursos. La biología celular y tisular se enseña desde un punto de vista teórico: descripción de los distintos tipos celulares, tejidos y estructuras; en combinación con contenidos aplicados: observación de preparaciones microscópicas de tejidos vivos. Los contenidos aplicados de esta materia se pueden abordar desde el estudio de fotografías e imágenes de tejidos, o desde una metodología activa en la que el alumnado, mediante el uso del microscopio óptico, realiza sus propias observaciones de tejidos vivos. La realización de prácticas de laboratorio de observación al microscopio supone un reto para el alumnado de primeros cursos ya que deben adquirir unos contenidos complejos y abstractos de biología celular al mismo tiempo que las destrezas técnicas del manejo del microscopio. Pero especialmente, el alumnado se encuentra con la dificultad de realizar una observación minuciosa, analítica y pausada de las preparaciones microscópicas, que le permita captar detalles importantes para distinguir estructuras.

## 2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

### A. Contexto

La asignatura Biología Celular y Tisular es una materia obligatoria del primer curso del Grado en *Ingeniería Biomédica* que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones (ETSIT) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). La asignatura incluye tres prácticas que hasta el curso 2021/22 se impartían cada una de ellas en dos sesiones. La primera era una sesión teórica en formato lección magistral en la que se explicaban las principales estructuras presentes en preparaciones microscópicas de órganos animales que se observaban al microscopio óptico en una segunda sesión práctica en el laboratorio. Esta sesión incorporaba la metodología de aprendizaje activo y en ella el estudiante observaba las muestras previamente explicadas mientras realizaba esquemas y dibujos en un guion que entregaba durante el semestre.

### B. Objetivos

Este estudio plantea la hipótesis de que las calificaciones de los estudiantes en las prácticas de la asignatura en el curso 2022/23, curso en el que se implementa una sesión innovadora de aprendizaje más activo y participativo, son más altas que en cursos anteriores impartidos con lecciones magistrales y sólo sesiones prácticas tradicionales de observación de las muestras y realización de esquemas y dibujos. Para testar esta hipótesis, se plantea como objetivo general el de evaluar cómo un nuevo diseño de aprendizaje que incorpora metodologías todavía más activas de aprendizaje influye en el éxito, desempeño de la asignatura y en la satisfacción en el aprendizaje. Secundariamente, se plantea el objetivo de evaluar las preferencias del estudiante en las actividades de aprendizaje activo y su percepción, y el modo en que contribuyes a su experiencia de aprendizaje.

### C. Desarrollo de la innovación

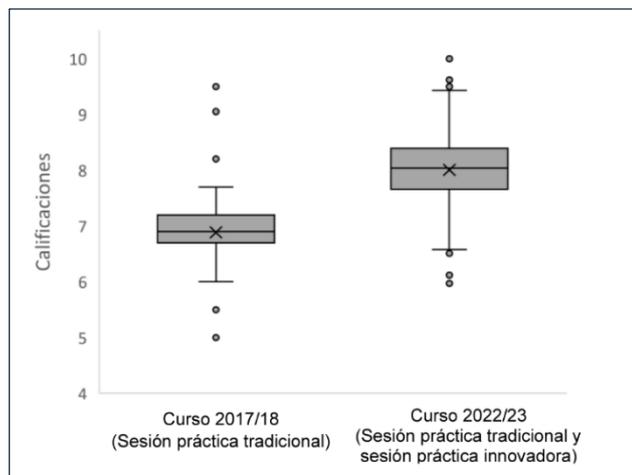
Se fundamenta en el diseño de aprendizaje y el sistema de evaluación de la asignatura Biología Celular y Tisular desde el curso 2017/18 hasta el 2021/22 y en el curso 2022/23. Las prácticas de la asignatura se distribuyen en tres prácticas. Entre 2017/18 y 2021/22 cada práctica consistía en una sesión teórica de 1 hora de duración y una sesión práctica de 3 horas de duración consistente en la observación de muestras etiquetadas de histología animal al microscopio óptico (sesión práctica tradicional). En 2022/23 se incorpora una innovación que conlleva la reducción de la sesión práctica tradicional a 1.5 h de duración, y se añade una sesión práctica de 1.5 h de duración que consiste en la observación e identificación de muestras no etiquetadas y que el alumnado debe reconocer durante la práctica haciendo uso de los recursos de aprendizaje disponibles (sesión práctica innovadora).

El alumnado realiza su evaluación de los diferentes aspectos analizados de la sesión práctica tradicional y la sesión práctica innovadora en el presente estudio respondiendo en los cuestionarios según el rango de valoración: 0 = Completamente en Desacuerdo; 1 = Muy en Desacuerdo; 2 = En Desacuerdo; 3 = De Acuerdo; 4 = Muy de Acuerdo; 5 = Completamente de Acuerdo.

## 3. RESULTADOS

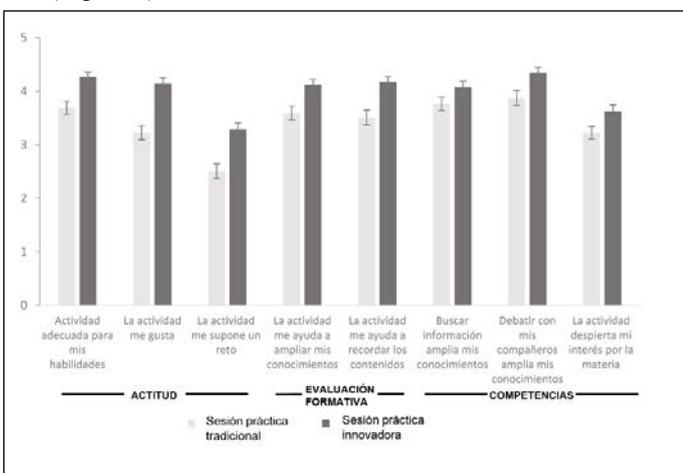
Se compararon las calificaciones obtenidas en prácticas por más de 80 estudiantes de la asignatura Biología Celular y Tisular del Grado en *Ingeniería Biomédica* en dos cursos distintos. 2017/18 y 2022/23 (Fig. 1). En el curso 2017/18 las prácticas se impartieron mediante lección magistral y sesiones prácticas tradicionales basadas en observación por parte del estudiante al microscopio óptico de preparaciones de histología animal. En el curso 2022/23 las prácticas se impartieron con lecciones magistrales y posteriormente se realizaron tanto sesiones prácticas tradicionales de observación al microscopio, como sesiones prácticas innovadoras de identificación, donde el alumnado recibía las preparaciones sin etiquetar y en las que debía primero identificar qué estaban observando y a continuación identificar las principales estructuras para detallar distintos tejidos y tipos celulares. Las calificaciones del alumnado obtenidas en la evaluación de la práctica mejoraron significativamente al implantar las sesiones prácticas innovadoras. La calificación media pasó de un  $6.9 \pm 0.1$  en 2017/18 a un  $8.0 \pm 0.1$  en 2022/23. Las calificaciones mínimas y máximas obtenidas también aumentaron (de 5 a 6 y de 9.5 a 10 respectivamente, al introducir la innovación).

En el curso 2022/23 se evaluó la opinión y actitud del alumnado al respecto de los cambios introducidos en la asignatura, preguntando por sus preferencias respecto a la sesión tradicional (actividades de observación de preparaciones microscópicas etiquetadas) y a la innovadora (actividades de identificación y observación de preparaciones microscópicas no etiquetadas y que debían de identificar). Respondieron a la encuesta un total de 71 alumnos y los resultados pueden verse en la Figura 2.



**Figura 1.** Calificaciones obtenidas por el alumnado en las prácticas de la asignatura de Biología Celular y Tisular en dos cursos distintos, en 2017-2018 (sesión práctica tradicional) y en 2022-2023 (sesión práctica tradicional y sesión práctica innovadora).

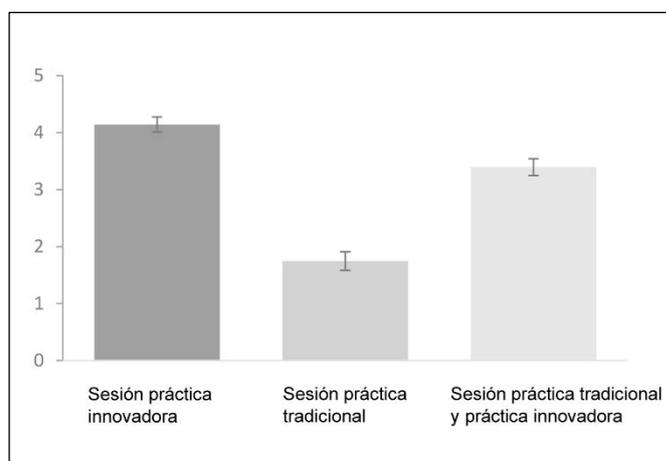
En aquellas preguntas que valoran la evaluación formativa del alumnado, la media se correspondió con un 4.1-4.2 en las actividades de la sesión práctica innovadora, estando la mayoría del alumnado “Muy de acuerdo” con las afirmaciones de que la actividad les permitía ampliar sus conocimientos y recordarlos con más facilidad. Sin embargo, en las actividades de la sesión práctica tradicional la media era inferior, estando entre un 3.5-3.6 (Figura 2).



**Figura 2.** Opinión del alumnado respecto a las actividades de la sesión práctica tradicional y la sesión práctica innovadora en la asignatura de Biología Celular y Tisular en el curso 2022/23.

En aquellas preguntas que valoran la adquisición de competencias del alumnado, la media se correspondió con un 4.4-3.6 en las actividades de la sesión práctica innovadora, estando la mayoría del alumnado “De acuerdo” o “Muy de acuerdo” con las afirmaciones de que buscar información y debatir con los compañeros y compañeras les permitía ampliar sus conocimientos, y con el hecho de que la actividad despertaba su interés en el trabajo continuado. Sin embargo, en las actividades de la sesión práctica tradicional la media era inferior, estando entre un 3.2-3.9 (Figura 2).

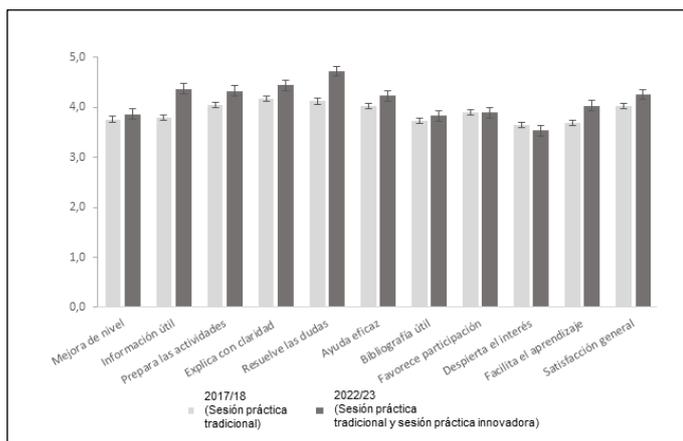
En el curso 2022/23 también se evaluó la preferencia del alumnado al respecto del tipo de sesión práctica impartida en la asignatura. Respondieron a la encuesta un total de 71 alumnos y los resultados pueden verse en la Figura 3. El alumnado mostró una clara preferencia por la sesión práctica innovadora, bien de forma exclusiva ( $4.1 \pm 0.1$ ), bien de forma combinada con la sesión práctica tradicional ( $3.4 \pm 0.1$ ), estando la mayoría del alumnado “De acuerdo” o “Muy de acuerdo” con las afirmaciones de que prefieren la actividad basada en metodología de aprendizaje más activo a la tradicional o ambas combinadas. La metodología exclusiva de aprendizaje de la sesión tradicional obtuvo un  $1.7 \pm 0.1$ , estando la mayoría del alumnado “Muy en desacuerdo” con la afirmación de que prefieren esta actividad a la de la sesión innovadora, puesto que respondieron 55 de 71 alumnos encuestados con valoraciones de “Completamente en Desacuerdo”, “Muy en Desacuerdo” o “En Desacuerdo”.



**Figura 3.** Preferencia del alumnado en las actividades desarrolladas en la sesión práctica tradicional y en la sesión práctica innovadora de la asignatura Biología Celular y Tisular en el curso 2022/23. Las barras corresponden con la media de las respuestas de 71 alumnos. Las barras de error con el error estándar.

Se comparó la opinión del alumnado respecto a la labor del profesorado de prácticas en dos cursos distintos, 2017/18 y 2022/23. En 2017/18 las prácticas se impartieron exclusivamente mediante la sesión tradicional y en 2022-2023 mediante la combinación de sesión práctica tradicional y sesión práctica innovadora. Respondieron a la encuesta un total de 41 alumnos en el curso donde la metodología docente fue exclusivamente mediante sesión tradicional, y 71 alumnos en el curso donde se incorporó la metodología de aprendizaje más activo, y los resultados pueden verse en la Figura 4.

En general, en ambos cursos comparados la opinión del alumnado respecto a la labor del profesorado es alta (3.5-4.7). En la mayoría de las preguntas realizadas, evaluando distintos aspectos de la labor del profesorado, el alumnado valoró mejor su desempeño cuando la sesión práctica innovadora se incorporó a las clases. En aquellas preguntas que valoran la información proporcionada, la preparación y organización de las prácticas, la explicación de contenidos, la resolución de dudas y la ayuda proporcionada por el profesorado, la media estuvo en un rango de 4.7-4.0 en el curso 2022/23, estando la mayoría del alumnado “Muy de acuerdo” con el desempeño del profesorado. En algunas cuestiones la incorporación de la innovación docente no supuso un cambio significativo en la opinión del alumnado, como en su autopercepción de la mejora respecto a su nivel de partida o la bibliografía recomendada. La implantación de la sesión práctica innovadora tampoco pareció que aumentara el papel del profesorado en la facilitación de la participación en clase o el interés despertado por los temas, siendo las valoraciones a este respecto altas en ambas situaciones comparadas.



**Figura 4.**

Valoraciones de la labor del profesorado de prácticas de la asignatura de Biología Celular y Tisular realizado al alumnado de primer curso del Grado en Ingeniería Biomédica de la ETSIT (UPM) en dos cursos distintos (2017/18 y 2022/23). En 2017/18 las prácticas se impartieron mediante sesiones tradicionales y en 2022/23 mediante sesiones tradicionales y sesiones innovadoras. Las barras corresponden con la media de las respuestas. Las barras de error corresponden con la desviación estándar.

Cabe destacar que en la pregunta que evalúa la satisfacción general con la labor docente en el curso en el que se implanta la innovación el promedio sube a  $4.3 \pm 0.6$ , siendo  $4.0 \pm 0.7$  cuando la sesión práctica es exclusivamente de forma tradicional (Fig. 4).

#### 4 CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio apoyan la hipótesis de partida que predecía un mayor éxito en el aprendizaje de las prácticas

de la asignatura Biología Celular y Tisular del Grado en *en Ingeniería Biomédica* (ETSIT, UPM) tras la incorporación de una sesión práctica innovadora de aprendizaje más activo y participativo. El alumnado considera que las actividades de aprendizaje activo en las que se requiere un mayor grado de participación mejoran sus actitudes durante el desempeño de las actividades prácticas y aumentan su capacidad formativa y nivel de competencias genéricas, específicas y transversales. Su percepción de mejora tras este tipo de aprendizaje activo más comprometido parece estar relacionado con el hecho de que prefieran que las sesiones de prácticas incorporen metodologías de aprendizaje más dinámicas y participativas.

Cabe destacar que los resultados obtenidos en la aplicación de la innovación metodológica en las clases prácticas de una asignatura obligatoria indican que, la metodología innovadora aquí utilizada convierte al aula al modelo dinámico y es posible su adaptación y transferencia a otras asignaturas de titulaciones de carreras experimentales.

#### REFERENCIAS

- Allen, D. y Tanner, K. (2005). Infusing active learning into the large-enrollment biology class: seven strategies, from the simple to complex. *Cell Biology Education*, 4,262-268.
- Armbruster, P., Patel, M., Johnson, E. y Weiss, M. (2009). Active learning and student-centered pedagogy improve student and performance in introductory biology. *CBE-Life Sciences Education*, 8,203-213.
- Bransford, J.D., Brown, A.L. y Cocking, R.R. (2000). *How people learn: brain, mind, experience, and school* (Vol. 11). Washington, DC: National Academies Press.
- Brent, G. (1996). *Constructivist learning environments: case studies in instructional design*. Educational Technology Publications.
- García-Peñalvo, F.J., Alarcón, H. y Dominguez, A. (2019). Active learning experiences in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*, 35,305-309.
- Handelsman, J. (2004). Scientific teaching. *Science*, 304,521-522.
- Lamon, S, Knowles, O, Hendy, A, Story, I y Currey, J. (2020). Active learning to improve learning experiences in an online postgraduate course. *Frontiers in Education*, 5,598-560.
- Perkins, D.N. (1991). Technology meets constructivism: do they make marriage? *Educational Technology*, 3,18-22.
- Preszler, R.W., Dawe, A., Shuster, C.B. y Shuster, M. (2007). Assessment of the effects of student response systems on student learning and attitudes over a broad range of biology courses. *CBE Life Sciences Education*, 6,29-41.
- Weimer, M. (2002). *Learner-Centered Teaching: Five Key Changes to Practice*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.