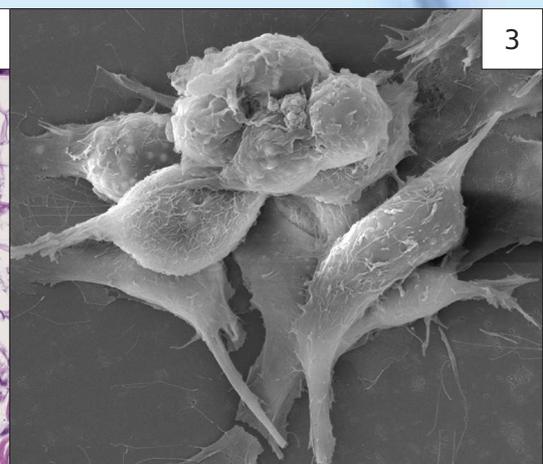
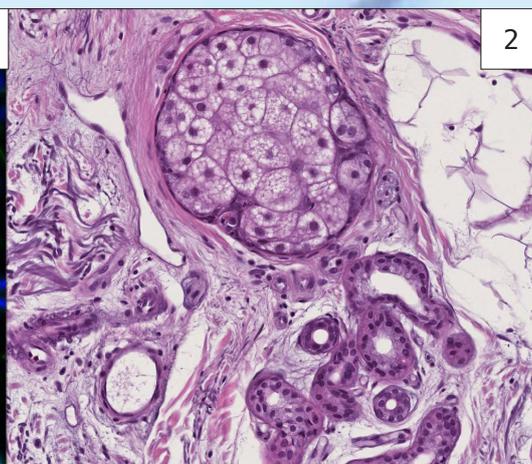
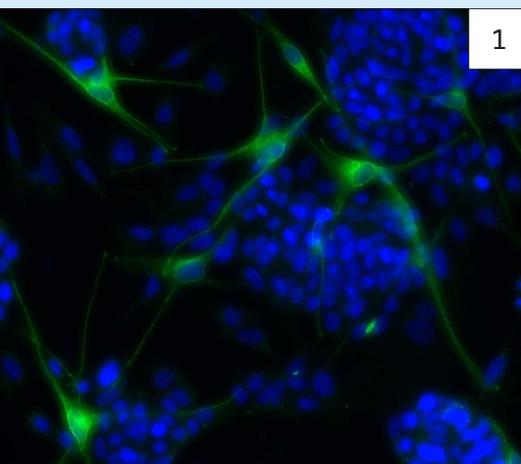


# Irakaskuntza berriztatzeko esperientziak Biomedikuntzan

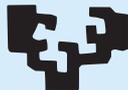
## Experiencias de innovación docente en Biomedicina

## Teaching innovation experiences in Biomedicine

Noelia Andollo Victoriano  
Alicia García de Galdeano Zaldivar  
(editoras)



eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

# Irakaskuntza berriztatzeko esperientziak Biomedikuntzan

---

Experiencias de innovación docente  
en Biomedicina

---

*Teaching innovation  
experiences in Biomedicine*

Noelia Andollo Victoriano  
Alicia García de Galdeano Zaldivar  
(editoras)



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

*CIP. Biblioteca Universitaria*

**Irakaskuntza** berriztatzeko esperientziak Biomedikuntzan [Recurso electrónico] = Experiencias de innovación docente en Biomedicina = Teaching innovation experiences in Biomedicine / Noelia Andollo Victoriano, Alicia García de Galdeano Zaldivar (editoras). – Datos. – Bilbao : Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, Argitalpen Zerbitzua = Servicio Editorial, [2020]. – 1 recurso en línea : PDF (252 p.)

Modo de acceso: World Wide Web.

ISBN: 978-84-1319-127-0

1. Enseñanza universitaria – Innovaciones. 2. Educación – Metodología. 3. Medicina – Estudio y enseñanza. I. Andollo Victoriano, Noelia, coed. II. García de Galdeano Zaldivar, Alicia, coed. III. Título: Experiencias de innovación docente en Biomedicina. IV. Título: Teaching innovation experiences in Biomedicine.

(0.034) 371.3:61

(0.034)378

*Al profesorado que dedica parte de su tiempo a la innovación docente  
y, en especial, a las autoras y autores que han contribuido  
con sus trabajos haciendo posible la edición de este libro*

## Saludo de las editoras

La innovación docente en las aulas se ha convertido en un factor esencial en la docencia universitaria y uno de los más claros indicadores de calidad. Sin embargo, la multiplicidad de funciones docentes, de investigación y de gestión a las que tiene que hacer frente en el día a día el profesorado hace que ésta sea una tarea titánica.

Con el fin de visibilizar la labor en innovación del profesorado universitario surgió la idea de editar este libro que reúne experiencias e investigaciones docentes en el área de la Biomedicina. La propuesta se hizo a las personas participantes en las IX Jornadas de Docencia en Biología Celular, celebradas en octubre de 2018 en Bilbao, organizadas por la Sociedad Española de Biología Celular (SEBC) en colaboración con la Facultad de Medicina y Enfermería de la Universidad del País Vasco UPV/EHU.

Muchos de los y las asistentes se animaron a participar. Así, el presente libro digital contiene casi una veintena de capítulos que incluyen artículos y revisiones sobre diversos temas. Entre ellos, no podía faltar la microscopía; pero el libro incluye también implementación de diversas metodologías docentes, aprendizaje activo, uso de recursos TICs, gamificación, etc.

Esperamos que estos capítulos que hemos editado con cariño os sean de utilidad y os animen a implementar la innovación docente en vuestras aulas, disfrutando con ello y compartiendo el entusiasmo y los beneficios de la experiencia con vuestros alumnos.

*Noelia Andollo Victoriano*  
*Alicia García de Galdeano Zaldívar*

Departamento de Biología Celular e Histología  
Facultad de Medicina y Enfermería  
Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

# Índice

<b>Resumen en imágenes de las IX Jornadas de Docencia en Biología Celular de la Sociedad Española de Biología Celular (SEBC)</b> <i>Noelia Andollo Victoriano, Cristina Penas Lago, Alicia García de Galdeano Zaldívar . . . . .</i>	7
---	---

1

**Implementación de metodologías docentes. Aprendizaje activo.  
Uso de las TICs. Gamificación**

<b>A. MICROSCOPIA E IMAGEN. SU UTILIZACIÓN EN EL AULA . . . . .</b>	17
Capítulo 1. <b>¿Estamos utilizando los recursos de imagen apropiados en la docencia de Biología Celular?</b> <i>Alicia García de Galdeano Zaldívar, Noelia Andollo Victoriano . . . . .</i>	18
Capítulo 2. <b>¿Cómo observa el alumnado con daltonismo preparaciones histológicas? Reflexiones y posibilidades de adecuación</b> <i>Oihane Diaz de Cerio, Beñat Zaldibar, Eider Bilbao y Pamela Ruiz . . . . .</i>	38
Capítulo 3. <b>Elaboración de un Álbum de Imágenes de Ultraestructura de la Célula Eucariota: aprendiendo Biología Celular y desarrollando Competencias Transversales</b> <i>Amaia Orbea, Eider Bilbao, Oihane Díaz de Cerio, Urtzi Izagirre, Maren Ortiz-Zarragoitia, Pamela Ruiz, Teresa Serrano . . . . .</i>	54
Capítulo 4. <b>Hacia un modelo autónomo en las prácticas de laboratorio de Histología Humana</b> <i>Iker Badiola Etxaburu, Laura Gómez Santos, Francisco José Sáez Crespo . . . . .</i>	65
Capítulo 5. <b>Trabajo cooperativo, autónomo e interactivo en la asignatura de Histología Médica Especial en el grado de Medicina de la UPV/EHU</b> <i>Edurne Alonso Arana, Iker Badiola Etxaburu y Jon Arluzea Jauregizar . . . . .</i>	76
Capítulo 6. <b>Utilización del Smartphone y de Facebook como herramientas de aprendizaje para la enseñanza práctica de Histología</b> <i>Yaiza Potes, Juan Carlos Bermejo-Millo, Ana Coto-Montes, Beatriz Caballero, Ignacio Vega-Naredo . . . . .</i>	90
Capítulo 7. <b>Herramientas para fomentar el aprendizaje colaborativo del alumnado</b> <i>Ana Coto Montes, Juan Carlos Bermejo Millo, Ignacio Vega-Naredo, Yaiza Potes, Beatriz Caballero . . . . .</i>	103

<b>B. METODOLOGÍAS DOCENTES</b> .....	115
Capítulo 8. <b>Las TICs en la docencia universitaria, «Kaboot» como herramienta de gamificación e innovación educativa en el estudio de la Célula Eucariota</b> <i>Patricia García Gallastegi, Olatz Crende Arruabarrena</i> .....	116
Capítulo 9. <b>Experiencia Flipped Classroom como herramienta de aprendizaje en el área de Biología Celular</b> <i>Rocío Guzmán-Ruiz, Manuel D. Gabete, Isabel Burón</i> .....	128
Capítulo 10. <b>La interrelación de asignaturas e integración de conceptos como herramienta para fomentar la motivación del alumnado de primero de Medicina</b> <i>Laura Gómez-Santos, Aitor Benedicto, Antonia Álvarez, Beatriz Arteta</i> .....	140
Capítulo 11. <b>Elaboración de blogs como herramienta de aprendizaje en el ámbito de la Biomedicina</b> <i>Carmen Martínez Mora, Elena Giné Domínguez, Iria Valiño Seoane, Verónica Hurtado Carneiro, Ana Triguero Martínez, Amalia Lamana Domínguez y Carmen Sanz Miguel</i> . .	151
Capítulo 12. <b>Santiago Ramón y Cajal: un modelo de Excelencia para desarrollar competencias en el Grado en Medicina</b> <i>Elena Giné, Carmen Sanz, David A. Pérez, Fernando de Castro, Ricardo Martínez, José A. Morales y Carmen Martínez</i> . . . . .	164
Capítulo 13. <b>Píldoras de aprendizaje activo en grupos grandes: Instrucción por Pares y la Técnica del Puzzle</b> <i>Aintzane Apraiz García</i> .....	176
Capítulo 14. <b>Análisis de los resultados académicos y de la satisfacción del alumnado tras la implementación de metodologías activas y casos problematizados en la asignatura Farmacología Médica Aplicada del Grado de Medicina de la UPV/EHU durante ocho cursos (2009-17)</b> <i>Aitziber Mendiguren, Joseba Pineda</i> . . . . .	189
Capítulo 15. <b>La docencia práctica de cultivos celulares en los Grados de Bioquímica y Biotecnología de la Universitat de Barcelona</b> <i>Manuel Reina del Pozo, Ofèlia Martínez-Estrada, Francesc X. Soriano-Zaragoza, Claudia Alejandra-Müller, Sergi Casellas-Díaz, Alejo Torres-Cano, Ana García-Melero, Marina Ramiro-Pareta, Marc Segarra-Mondéjar, Begoña Campos Bonilla</i> .....	202

2

**Desarrollo curricular**

Capítulo 16. <b>Análisis comparativo de la satisfacción del estudiantado con la docencia del área de Biología Celular antes y después de la introducción del EEES</b> <i>María del Mar Romero Alemán</i> . . . . .	214
Capítulo 17. <b>Una década impartiendo docencia de Biología Celular en idioma inglés en el Grado de Medicina de la UPV/EHU: opinión del Alumnado</b> <i>Gaskon Ibarretxe, Daniel Alonso-Alconada</i> . . . . .	228
Capítulo 18. <b>¿Qué hacen después del Grado los Egresados y Egresadas de los Grados de Biotecnología y de Bioquímica de la Universitat de Barcelona?</b> <i>Manuel Reina del Pozo, Claudia Müller-Sánchez, Begoña Campos Bonilla</i> .....	237

# Resumen en imágenes de las IX Jornadas de Docencia en Biología Celular de la Sociedad Española de Biología Celular (SEBC)

Noelia Andollo Victoriano\*, Cristina Penas Lago, Alicia García de Galdeano Zaldivar

Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería,  
Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, España

Los días 18 y 19 de octubre de 2018 se celebraron en Bilbao las IX Jornadas de Docencia de la Sociedad Española de Biología Celular (SEBC). Fue un encuentro dedicado compartir experiencias e innovación en docencia en Biología Celular y áreas afines. Este foro, que se celebra de forma bianual, nos dejó un sinfín de buenos momentos que plasmamos mediante imágenes en esta breve recopilación. Hubo sesiones expositivas, presentación de pósters y sesiones de mesa redonda y debate de gran interés. Al margen de lo académico, también se celebró la asamblea anual de la SEBC y algunas actividades lúdicas que contribuyeron a fomentar las relaciones académicas y sociales entre los asistentes en un clima distendido y jovial.



**Figura 1**

Logotipo de las jornadas

---

\* **Dirección de correspondencia a:** Noelia Andollo Victoriano. Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa 48940, Bizkaia, España. Tel.: +34-946012822. Fax: +34-946013266. Email: noelia.andollo@ehu.eus

## Asistencia



**Figura 2**

IX Jornadas de Docencia de la Sociedad Española de Biología Celular (SEBC), organizadas por el Departamento de Biología Celular e Histología de la Facultad de Medicina y Enfermería de la Universidad del País Vasco UPV/EHU. Contaron con 59 asistentes



**Figura 3**

Asistentes a las jornadas.  
Procedieron de 15 universidades y centros públicos del territorio español

## Sede



**Figura 4**

Paraninfo de la Universidad del País Vasco o Bizkaia Aretoa.  
Fue la sede de las jornadas, ubicado en la Avenida Abandoibarra, junto al Museo Guggenheim

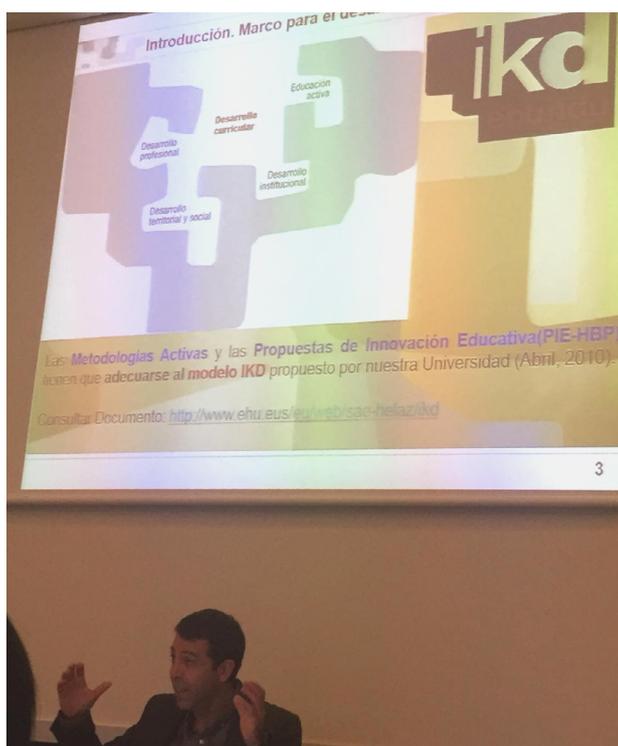
## Sesiones orales y pósters

Las jornadas fueron inauguradas por el **Decano de la Facultad de Medicina y Enfermería (FME)**, Joseba Pineda, quien no quiso dejar de asistir a pesar de la agenda complicada de ese día, en el que se celebraban diversos actos con motivo del 50 aniversario de la FME. La **Presidenta de la Sociedad Española de Biología Celular (SEBC)**, saludó y agradeció calurosamente la organización de mismas en Bilbao.



**Figura 5**

A la izquierda, imagen del acto inaugural. En la foto, Isabel Fabregat (Presidenta de la SEBC), Joseba Pineda (Decano de la Facultad de Medicina y Enfermería) y Alicia García de Galdeano Zaldívar (Profesora del Departamento de Biología Celular e Histología y Vicedecana de Calidad e Igualdad). A la derecha, las organizadoras de las jornadas, Noelia Andollo (Profesora del Departamento de Biología Celular e Histología) y Alicia García de Galdeano, dijeron unas palabras de bienvenida e introdujeron al ponente de la Conferencia Inaugural



**Figura 6**

Conferencia inaugural. Iker Ríos, Director del SAE/HELAZ en Vitoria-Gasteiz, habló de los proyectos de innovación educativa en la UPV/EHU y explicó el modelo IKD de aprendizaje cooperativo y dinámico de la Universidad del País Vasco. IKD (Ikaskuntza Kooperatibo eta Dinamikoa) es un modelo propio, cooperativo, plurilingüe e inclusivo que pone su acento en que los estudiantes sean los dueños de su aprendizaje y sean formados de forma integral, flexible y adaptada a las necesidades de la sociedad

RESUMEN EN IMÁGENES DE LAS IX JORNADAS DE DOCENCIA EN BIOLOGÍA CELULAR  
DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE BIOLOGÍA CELULAR (SEBC)

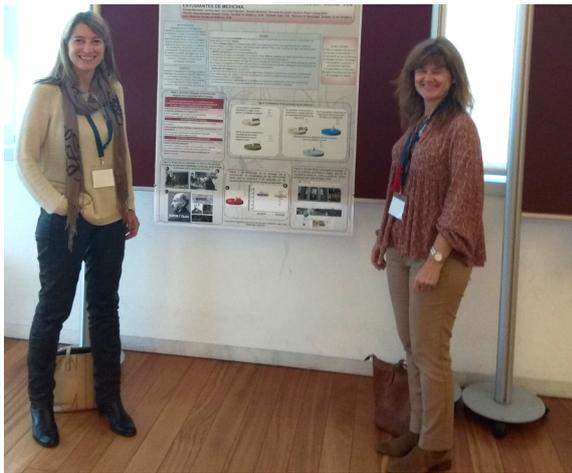


Figura 7

Jornada del jueves. Hubo 15 conferencias y la presentación y discusión de 14 pósters. Los temas predominantes fueron: Implementación de diversas Metodologías Docentes, Aprendizaje Activo, uso de recursos TICs y Gamificación, con una gran presencia de la microscopía y la imagen en gran parte de los trabajos

## Actividades sociales



**Figura 8**

Visita Guiada por Bilbao. Al término de las exposiciones docentes se celebró la Asamblea Ordinaria de la SEBC. Y, tras ella, se llevaron a cabo dos actividades sociales, una visita guiada por Bilbao, pasando desde el Museo Guggenheim por el Ensanche, zona neurálgica de la economía y comercio de Bilbao, hasta el Casco Viejo, lugar en el que se celebró la Cena Social

## Sesiones de mesa redonda y debate



**Figura 9**

A la izquierda, demostración de materiales de microscopía de la casa ZEISS. A la derecha, imagen de la introducción a una de las mesas de debate. La mañana del viernes 19 de Octubre se dedicó a «Retos en la Docencia Universitaria». Tras 3 conferencias orales y una demostración de materiales de microscopía de la casa ZEISS, se llevó a cabo una mesa redonda y debate con dos temas principales: «Imagen en Biología Celular y Tissular» y «La cuestión de género en la formación universitaria». Este último tema es uno de los objetivos del Plan Estratégico de la Universidad del País Vasco. El formato mesa redonda-debate fue una novedad en las jornadas de docencia y fue muy positivamente valorado

## Clausura



**Figura 10**

Clausura de las jornadas. Tras la entrega de premios a la mejor comunicación oral y de tipo poster (cortesía de Editorial Médica Panamericana). Los galardonados, así como todos los asistentes, fueron homenajeados con un Agurra de Honor al son del txistu y el tambor

## Blog

**SOCIEDAD ESPAÑOLA DE BIOLOGÍA CELULAR**  
SPANISH SOCIETY FOR CELL BIOLOGY  
**sebc**

# IX JORNADAS DE DOCENCIA EN BIOLOGÍA CELULAR

Sociedad Española de Biología de Celular, Bilbao 2018

SUSCRIBIRSE

PÁGINA PRINCIPAL PROGRAMA PATROCINIO SEBC

**Sede de las Jornadas**

**Bilbao**

El Área de Biología Celular del Departamento de Biología Celular e Histología de la Facultad de Medicina y Enfermería de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) acoge estas IX Jornadas de docencia en Biología Celular que se celebrarán en Bilbao.

**Visitas al blog**

U.K (41)	<b>España (3503)</b>	Ucrania (28)
EE.UU (81)		Rusia (40)
México (19)		India (225)
Francia (19)	Alemania (32)	Bélgica (28)

**A quien va dirigido**

Toda aquella persona que forme parte del personal docente e investigador en el ámbito de la Biología Celular, o disciplinas relacionadas, sean o no asociado de la Sociedad Española de Biología Celular, está invitada a participar en estas jornadas.

Asimismo, el alumnado que desee participar para aportar su punto de vista, es igualmente bienvenido.

La SEBC reconocerá la asistencia y la presentación de comunicaciones de las personas participantes a estas jornadas.

**Inscripciones**

**La inscripción a estas Jornadas es gratuita**

De la misma manera, los coffee breaks y las comidas correrán a cargo de la organización. No se cubrirán los gastos de viaje y alojamiento de las personas asistentes a las Jornadas.

**Envío de resúmenes**

**ENVÍO DE RESÚMENES**

**Visitas por página**

SEBC	~10
Cómo llegar	~50
A quien va dirigido	~100
Últimas novedades	~120
patrocinio	~150
Comité Organizador	~180
Dónde alojarse	~200
Sede de las Jornadas	~250
Inscripciones	~300
Envío resúmenes	~350
Bienvenida	~450
Programa	~480

**Programa**

Se puede acceder al blog pinchando [aquí](#)

Figura 11

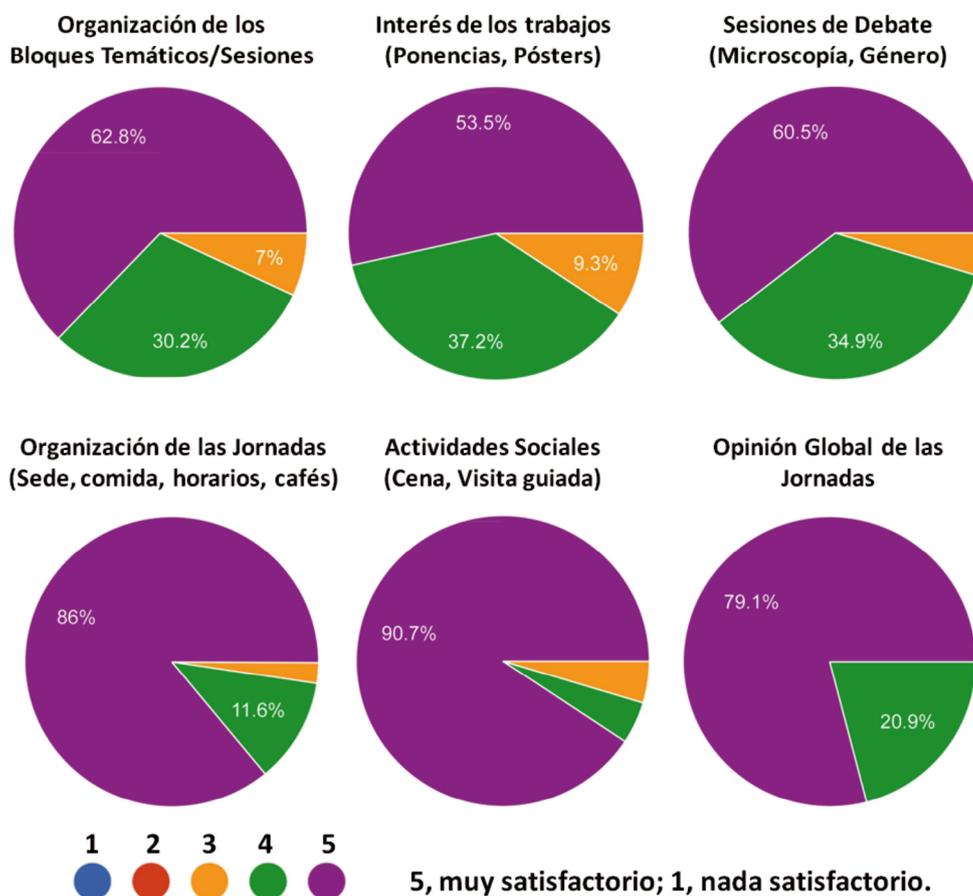
Blog de las jornadas. Toda la información acerca de las jornadas se publicó en un blog, con parte de la misma en tres idiomas (castellano, euskera e inglés). A fecha de octubre de 2019, se han producido 4016 entradas al blog, 513 de ellas internacionales (India, EE.UU., UK, Rusia, Alemania, Bélgica, Ucrania, México y Francia)

## Encuesta de satisfacción

### A. ¿Cómo tuviste noticia de las Jornadas?



### B. Encuesta sobre la organización de las Jornadas:



**Figura 12**

Encuesta de satisfacción. Fue respondida por el 73% de los asistentes (43 de 59). Entre los datos obtenidos, se constató que casi la mitad de los asistentes tuvo conocimiento de las jornadas a través de la página web de la SEBC, mientras que la otra mitad lo hizo gracias a la difusión realizada por distintas vías por los miembros del comité organizador. La encuesta también reveló que el 79% de los encuestados valoró las jornadas con una puntuación de 5/5 y el 21% restante de 4/5. Fueron destacablemente valoradas la sede y organización (horarios, comidas, cafés) y las actividades sociales; así como las sesiones de mesa redonda en la parte académica

# 1

## **Implementación de metodologías docentes. Aprendizaje activo. Uso de las TICs. Gamificación**

**A**

MICROSCOPIA E IMAGEN.  
SU UTILIZACIÓN EN EL AULA

## Capítulo 1

# ¿Estamos utilizando los recursos de imagen apropiados en la docencia de Biología Celular?

Alicia García de Galdeano Zaldivar\*, Noelia Andollo Victoriano

Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, España

**Resumen:** La explosión de nuevas técnicas en microscopía y análisis de imagen nos han revelado una gran cantidad de información sobre los componentes y procesos celulares, inaccesible hasta hace bien poco. Este avance, reconocido por los premios Nobel de 2014 y 2017, ha llevado al concepto actual de «Imaging» en el que la microscopía adquiere una nueva dimensión. Por otra parte, los recursos audiovisuales de microscopía generados gracias a estas tecnologías, además de informativos, pueden constituir un elemento motivador de peso, que estimule el interés en el estudio de la célula. Teniendo esto en cuenta, en la asignatura de Biología Celular de 1.º de Medicina nos hemos planteado la revisión de los objetivos docentes de microscopía y como punto de partida hemos querido sondear el contacto previo del alumnado con la microscopía y su interés en los recursos de imagen. En conjunto los datos obtenidos ponen en evidencia un escaso contacto con recursos de microscopía, con tendencia a la baja (3 cursos consecutivos: 16-17, 17-18 y 18-19). Así, más de la mitad del alumnado declara no haber utilizado imágenes de microscopía en estudios previos a la universidad nunca o muy pocas veces (53% curso 18-19), y mucho menos, vídeos. Una parte importante no es capaz de identificar el tipo de microscopía (40%, curso 18-19) y desconocen la fluorescencia. A pesar de ello el alumnado declara interés por la microscopía y la consideran muy valiosa para su formación. A la vista de estos datos, proponemos el diseño de herramientas y la utilización de recursos digitales que acerquen la microscopía actual al estudiante.

**Palabras clave:** Microscopía, Imagen, Biología Celular, Aprendizaje.

---

\* **Dirección de correspondencia a:** Alicia García de Galdeano Zaldivar. Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa 48940, Bizkaia, España. Tel.: +34-946012822. Fax: +34-94601. Email: alicia.garciadegaldeano@ehu.es

**Abstract:** The impressive development of new microscopy and image analysis techniques has provided an enormous amount of information about cellular components and processes, not available a few years ago. The corresponding breakthroughs, recognized with the Nobel Prize in 2014 and 2017, have prompted a shift to the actual concept of «Imaging», leading Microscopy to a new dimension. Moreover, multimedia resources from these techniques, besides being informative can also be used to motivate students' interest in the study of cells. Taking this into account, we have decided to revise the learning goals/outcomes related to microscopy, an essential topic in the subject of Cell Biology during the first year of Medicine (at the UPV/EHU). As a starting point we decided to survey the students during the last three academic years (16-17, 17-18 and 18-19) in order to know their level of familiarity and interest in microscopy. On the whole, we have found that students have little contact with microscopy/imaging resources, with students from each new year having progressively less knowledge of the subject. More than half of the students surveyed admitted not having or very seldom having used microscopy images prior to university (18-19: 53%), and even less videos. A significant number of students cannot distinguish between different types of microscopy and fluorescence microscopy is totally unknown. On the other hand, students are interested in microscopy which they do consider to be an important tool in their training. In the light of these results we propose here the use of digital resources and the design of specific tools to bring contemporary microscopy closer to students.

**Keywords:** Microscopy, Imaging, Cell Biology, Learning.

**Laburpena:** Mikroskopiaren eta irudi-analisiaren teknika berrien izugarritzko garapenak agerian jarri du informazio kopuru ikaragarria osagai eta prozesu zelularrei buruz; hori orain dela gutxi guttiz lorrezina zen. 2014ko eta 2017ko Nobel sariak aitortutako aurrerapauso horrek gaurko «Imaging» kontzeptura eramán gaitu, non mikroskopiak dimentsio berria eskuratzen duen. Bestalde, teknologia hauei esker sortutako mikroskopiako ikus-entzunezko baliabideak, informatiboak izateaz gain, pisu handiko elementu motibagarriak izan daitezke ikasleen interesa pizteko zelulak ikasterakoan. Hori kontuan hartuta, Medikuntzako Graduko 1. mailako Zelulen Biologia irakasgaián, mikroskopiako irakaskuntza-helburuen berrikuspena egitea planteatu dugu, eta hasteko ikertu nahi izan dugu zer kontaktu izan duten ikasleek aurretiaz mikroskopiarekin, eta zer interes duten irudi-baliabideetan. Orokorrean, lortutako datuek agerian uzten dute mikroskopiako baliabideekiko kontaktu eskasa, eta joera beheranzkoa da (elkarren segidako 3 ikasturteak: 16-17, 17-18 y 18-19); izan ere, ikasleen erdiek baino gehiagok adierazten dute mikroskopiako irudiak inoiz edo oso gutxitan erabili izana unibertsitatera iritsi baino lehen (%53, 18-19 ikasturtea), eta askoz gutxiago bideoen erabileraren kasuan. Ikasle kopuru handi batek ezin du identifikatu mikroskopia mota (%40, 18-19 ikasturtea) eta ez du ezagutzen fluoreszentzia; hala eta guttiz ere, irakasleen iritziaz mikroskopia oso tresna baliagarria da haien prestakuntzarako. Emaitza hauek ikusita, lan honetan, gaurko mikroskopia ikasleei gerturatzeko baliabide digitalen erabilera eta tresna berrien diseinua proposatzen ditugu.

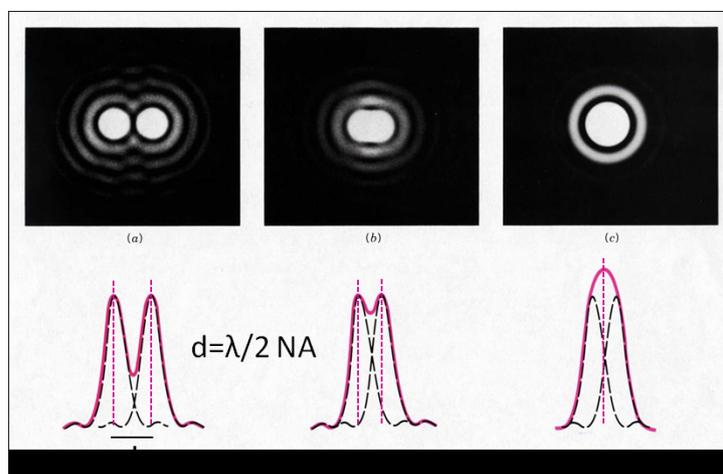
**Gako-hitzak:** Mikroskopia, Irudikapena, Zelulen Biologia, Ikaskuntza.

## Introducción

La historia reciente en el ámbito científico de la observación y la imagen nos lleva a través de un recorrido fascinante desde el origen y desarrollo de la microscopía, con la invención del microscopio a finales del siglo XVI hasta la trepidante revolución actual de las técnicas microscópicas, gracias a la superación del límite de difracción de la luz y de la barrera teórica de la microscopía óptica, permitiendo la observación de estructuras a escala nanométrica con la sencillez metodológica de la microscopía óptica, y el desarrollo de nuevas técnicas de microscopía electrónica, como la microscopía crioelectrónica, que nos han llevado a la resolución atómica de moléculas en su estado nativo, sin la alteración debida a la preparación de la muestra.

### Revolución actual de la microscopía. Hitos más importantes

La microscopía ha sido fundamental para facilitar la comprensión de la estructura y el funcionamiento de las células. Durante años, la mayor limitación de la microscopía óptica ha sido su poder de resolución, restringido a varios cientos de nanómetros, lo que supone que muchas estructuras y componentes subcelulares no puedan visualizarse (Nature Milestones in Light Microscopy, 2009). Esta limitación se debe a la difracción de la luz, es decir a la desviación que toda onda sufre cuando se encuentra un obstáculo o cuando atraviesa una rendija. Debido a esta propiedad intrínseca a toda onda, descrita por Ernst Abbe en 1873, el límite de difracción se consideraba infranqueable.



**Figura 1**

Límite de resolución de Abbe. La difracción de la luz establece el límite de resolución ( $d$ ) en la mitad de la longitud de onda ( $\lambda$ ) de la luz modificada por la apertura numérica del objetivo o NA (NA es función del índice de refracción del medio y el ángulo del cono de la luz enfocada).

Imagen modificada de <https://tinyurl.com/y4t54rck>

En microscopía de fluorescencia, la difracción de la luz hace que las moléculas fluorescentes no se vean como puntos de luz en el plano focal, sino como pequeñas manchas de luz conocidas como «discos de Airy», que son cientos de veces mayores que el tamaño del emisor, es decir, que una molécula individual. Cuando dos o más moléculas se encuentran próximas, estos discos de luz se sobreponen (Figura 1). La distancia mínima para que dos componentes de un sistema puedan diferenciarse con un microscopio óptico se aproxima al límite de difracción de Abbe, siendo de aproximadamente 250 nm para el microscopio de luz visible.

En 2014 el Premio Nobel de Química se concedió a Eric Betzig, Stefan W. Hell y William E. Moerner por un hito importantísimo en el mundo de la microscopía: se logró romper la barrera de la difracción, haciendo posible la microscopía de fluorescencia con resolución espacial de nanómetros, lo que se conoce como **súperresolución**.

Así, utilizando aproximaciones basadas en las propiedades físicas o químicas de las sondas fluorescentes, y mediante dos abordajes distintos (Tabla 1), se consiguió mantener moléculas vecinas en distintos estados de emisión de fluorescencia (*on* u *off*), y controlar que cada una de ellas emita en un momento concreto, de forma que cada molécula pueda visualizarse y localizarse individualmente, aumentando, por lo tanto, la resolución espacial (Huang *et al.*, 2010).

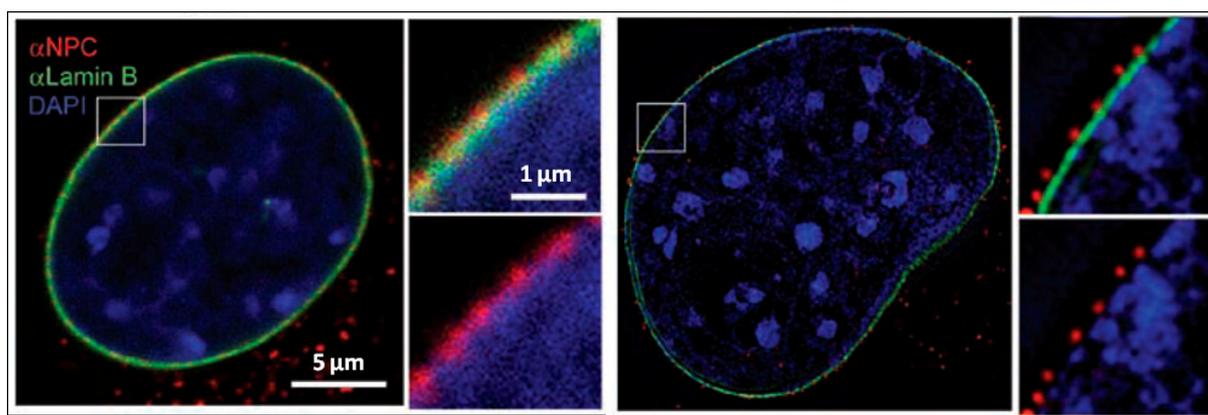
**Tabla 1**

Tipos de abordajes y microscopías de superresolución para la obtención de imágenes en sub-difracción

<b>Abordaje 1 (1996-2000): se reduce la emisión de fluorescencia generada por la excitación de la luz a un punto muy pequeño, gracias al agotamiento de los fluoróforos en su borde mediante la emisión estimulada con un haz rojo.</b>	
STED	Stimulated emission depletion
SSIM	Saturated structured illumination microscopy
<b>Abordaje 2 (2000): se utilizan fluoróforos fotoactivables y fotointercambiables que van emitiendo luz secuencialmente, generando imágenes de moléculas únicas</b>	
STORM	Stochastic optical reconstruction microscopy
PALM	Photoactivated localization microscopy
FPALM	Fluorescence photoactivation localization microscopy

Utilizando estos tipos de microscopía se han conseguido imágenes con resolución significativamente superior al límite de difracción, concretamente imágenes en dos dimensiones de resolución de 50 nm (SSIM) o 20 nm (STORM/(F)PALM); de 30 nm en las tres dimensiones con la metodología isoSTED o incluso de 10 nm en Z mediante 3D STORM/(F)PALM.

La aparición de la **microscopía confocal** en 1987, que permite la observación de secciones ópticas y la microscopía tridimensional, junto con el descubrimiento de la **proteína verde fluorescente (GFP)** en 1994, nos ha conducido a la era de la imagen *in vivo* (*in vivo imaging*). La superresolución en este campo, mediante la combinación de la microscopía STED con la espectroscopía de correlación de fluorescencia (FCS), ha logrado monitorizar dinámicas de difusión de lípidos en membranas a resolución de microsegundos y en una escala de 20 nm.



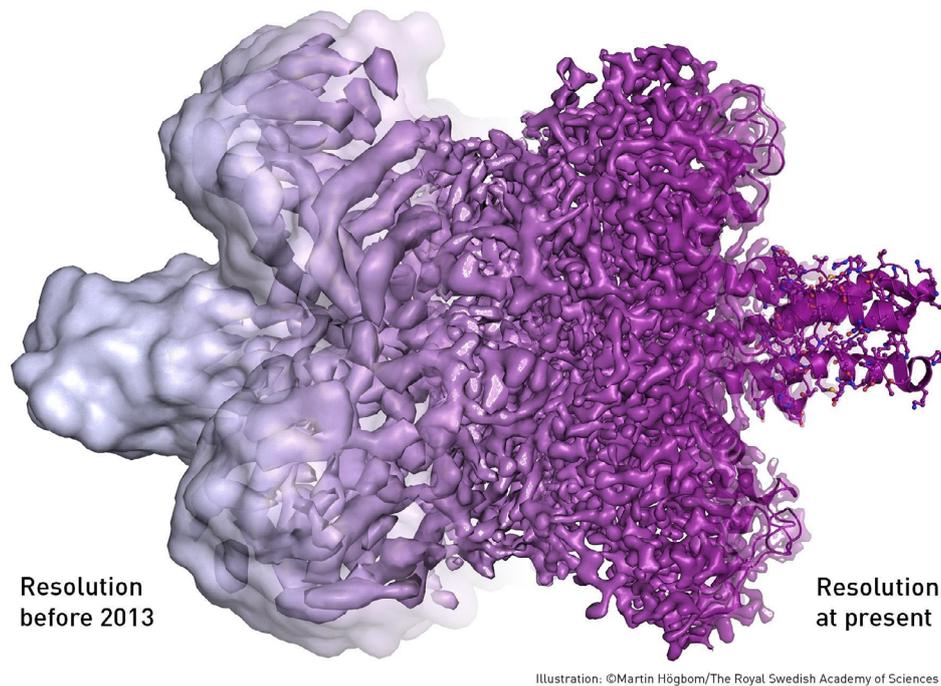
**Figura 2**

Imagen de microscopía láser confocal (izquierda) y 3D-SIM (derecha) de un núcleo celular. Envoltura nuclear en verde, complejos del poro nuclear en rojo y DNA en azul. Tomado de Schermelleh, L. *et al.* Science 2008;320:1332–1336/Wikimedia Commons CC-BY-SA-3.0

Los avances en microscopía óptica de superresolución han proporcionado información inestimable en la organización de la célula a escala de nanodimensión, especialmente en su aspecto más dinámico. Sin embargo, la microscopía de fluorescencia de superresolución tiene la limitación clave de que sólo las estructuras marcadas se pueden visualizar. Logrando salvar este inconveniente, en 2017 se concedió el Premio Nobel de Química a los investigadores Jacques Dubochet, Joachim Frank and Richard Henderson por el desarrollo de la **microscopía crioelectrónica o crio-EM**. Este concepto se refiere principalmente a tres técnicas muy diferentes pero estrechamente relacionadas: la cristalografía electrónica, la crio-EM de partícula única y la tomografía crioelectrónica. En los últimos años, la crio-EM de partícula única, en concreto, ha provocado una revolución en la biología estructural y se ha convertido en una nueva disciplina dominante.

La crio-EM permite el estudio a resolución atómica de proteínas y complejos macromoleculares en el contexto de la célula, es decir, en su estado nativo en solución (Dillard *et al.*, 2018) (Figura 3). Para ello, la muestra se recubre con una fina capa de hielo vítreo. El agua congelada generalmente forma hielo cristalino, que difracta los electrones y cambia la estructura de las muestras. En la microscopía electrónica convencional el agua se evapora en el vacío, pero los electrones dañan la muestra. En la crio-EM la muestra biológica se somete a vitrificación (congelación ultrarrápida que impide la cristalización de la muestra), de forma que se preserva la forma nativa de las biomoléculas incluso bajo vacío.

Para que las técnicas de microscopía avancen es fundamental que vayan acompañadas del desarrollo de procesamientos matemáticos. Así, en las últimas décadas ha sido clave la **aplicación de algoritmos de deconvolución a la microscopía** (1983). Esto ha hecho posible la visualización de imágenes tridimensionales de alta resolución (*3D imaging*) de orgánulos y macromoléculas del interior de la célula (Nature Milestones in Light Microscopy, 2009), demostrando el alto nivel de organización tridimensional y la complejidad estructural del interior de la célula, contribuyendo de manera muy significativa a nuestro entendimiento de la Biología Celular.



**Figura 3**

Imagen compuesta que muestra cómo la microscopía crioelectrónica permitió tomar imágenes de resolución atómica. Izquierda, imagen a la resolución anterior a 2013; derecha, resolución actual.  
Cortesía de Martin Högbom/Stockholm University

Todas las técnicas microscópicas y reconstrucciones 3D y 4D mencionadas generan una ingente cantidad de imágenes y datos asociados, pudiendo llegar a utilizarse 100.000 imágenes para capturar unos milisegundos de un proceso dinámico en una célula. El concepto de *imaging*, término inglés que se traduce como generación o producción de imágenes, va más allá de la imagen en sí misma, ya que requiere de metodologías de preparación de la muestra muy específicas y exigentes en algunos casos, y cada una de las imágenes lleva una serie de metadatos asociados que se guardan con la propia imagen. Todo este conjunto de datos caracterizados por lo que se llaman las tres Vs se conocen como *big data*: grandes cantidades (volumen) de datos que se actualizan con frecuencia (velocidad) en varios formatos, como numéricos, textuales o imágenes/videos (variedad), y que exceden la capacidad de las herramientas de software comúnmente utilizadas para capturar, administrar y procesar los datos dentro de un tiempo razonable (Kaplan y Haenlein, 2018). Los *big data* requieren un conjunto de técnicas y tecnologías especiales para su gestión, entre las que se incluye el *machine learning* o aprendizaje automático, para detectar patrones en el conjunto de datos.

## Trascendencia para la Biología Celular y la Biomedicina de la nueva dimensión de la microscopía

Las imágenes de superresolución han transformado nuestra comprensión de los sistemas biológicos, y sus aplicaciones se están expandiendo rápidamente. El mayor potencial de estos tipos de microscopía reside en la combinación de la observación de los componentes celulares a resolución prácticamente molecular y en tres dimensiones, junto con la visualización de las dinámicas y procesos celulares, llegando incluso a rastrear una única molécula en células vivas. Ello ha facilitado la comprensión de procesos como la expresión génica o la dinámica de los procesos en la membrana celular (Sahl *et al.*, 2017; Sigal *et al.*, 2018). En la tabla 2 se detallan algunos ejemplos.

**Tabla 2**

Estructuras y dinámicas celulares estudiadas mediante microscopía de superresolución

Organización espacial y molecular	
Membrana celular	Receptores, canales, proteínas de escisión de vesículas y proteínas de fusión viral.
Citoplasma	Diversos orgánulos, estructuras del citoesqueleto y adhesiones focales que conectan el citoesqueleto con la membrana plasmática.
Núcleo celular	Organizaciones de DNA y su interacción con proteínas de unión al DNA, dando información sobre la formación en bucle del telómero, distintas organizaciones y compactación de la cromatina en diferentes estados epigenéticos, y diferentes organizaciones de los nucleosomas en función del tipo celular.
RNA	Distribución en la célula y su interacción con otras estructuras celulares.
Complejos proteicos con simetría estructural	Centriolos Complejos del poro nuclear, permitiendo la discriminación entre modelos contradictorios de su organización estructural.
Dinámica temporal de las estructuras celulares	
Membrana celular	Dinamismo funcional de los microdominios o balsas lipídicas.
Orgánulos	Dinámica estructural del retículo endoplasmático; fisión y fusión de mitocondrias, e incluso la formación de los poros en la membrana de las mitocondrias durante la apoptosis.
Otros	Procesos sinápticos a nivel de las espinas dendríticas.

Por su parte, la microscopía crioelectrónica (crio-EM) se usa ampliamente para obtener estructuras 3D de biomoléculas en solución, complementándose con los métodos de resolución atómica más tradicionales como la cristalografía de rayos X. También puede combinarse información espaciotemporal de la muestra obtenida mediante microscopía de luz fluorescente con información estructural de crio-EM, lo que se conoce como crio-CLEM (*cryo-correlative light and electron microscopy*). La crio-EM también está proporcionando información detallada sobre la interacción entre moléculas que participan en procesos dinámicos. Así, imágenes de crio-EM de la estructura 3D de alta resolución de microtúbulos han permitido

caracterizar con precisión los sitios de unión de numerosas proteínas asociadas y fármacos estabilizadores de microtúbulos (Dillard *et al.*, 2018).

## Métodos

En la asignatura de Biología Celular de 1.º de Medicina hemos realizado una encuesta en los 3 últimos cursos con el objetivo de sondear el contacto previo con microscopía y el interés del alumnado en los recursos de imagen.

### La asignatura de Biología Celular en 1.º de Medicina

Comprende 6 créditos ECTS durante el primer cuatrimestre del curso, que abarcan las modalidades docentes que se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3**

Modalidades docentes de la asignatura Biología Celular de 1.º de Medicina

Modalidad docente	Horas presenciales (h)	Horas no presenciales (trabajo autónomo) (h)	Horas totales (h)	ECTS (h/25)	Descripción
Clases Magistrales	26	48	74	3,0	<b>Clases magistrales y exámenes escritos.</b> Se explican los contenidos principales, haciendo hincapié en los aspectos más importantes, atractivos y novedosos del tema.
Prácticas de Aula	14	14	28	1,1	<b>Resolución de problemas y ejercicios. Trabajo en equipo.</b> La teoría explicada se aplicará en casos o situaciones específicas. El punto de partida es, habitualmente, una patología.
Seminarios	4	12	16	0,6	<b>Póster sobre la célula. Trabajo en equipo.</b> Actividad de integración de las distintas estructuras y procesos celulares. Cada subgrupo de alumnos representa un tipo celular utilizando recursos gráficos, y lo presenta oralmente y defiende ante sus compañeros.
Prácticas de Laboratorio	20	12	32	1,3	<b>Prácticas de microscopía.</b> Observación de muestras biológicas y análisis de imágenes microscópicas. Utilización de recursos multimedia y virtuales.
TOTAL	64	86	150	6,0	

Las prácticas de laboratorio se organizan en 10 sesiones de 2 horas cada una, siendo la última el examen práctico.

Se abordan varias de las competencias específicas de la asignatura y, muy destacadamente, la de «identificar mediante las diferentes técnicas microscópicas y de análisis de imagen los diferentes componentes celulares, describiendo su localización y organización funcional». Para ello los recursos actualmente utilizados son los siguientes:

- i) Utilización del microscopio óptico para la observación de preparaciones biológicas contrastadas con tinciones histológicas.
- ii) Análisis de imágenes de microscopía (óptica convencional, de contraste de fases, de contraste de interferencia diferencial, de fluorescencia; electrónica de transmisión, criofractura, de grabado por congelación, sombreado de platino, de barrido).
- iii) Visualización de recursos multimedia como vídeos y animaciones virtuales 3D, que explican algún aspecto de las técnicas de microscopía o muestran procesos celulares en vivo, imprescindibles para la interpretación de la célula como un ente vivo y extraordinariamente dinámico.

Los alumnos completan un cuadernillo de prácticas que entregan el día del examen de microscopía.

La evaluación constituye un 15% de la nota total de la asignatura y comprende el dibujo e interpretación de una de las preparaciones estudiadas y la identificación de objetivos y técnicas de microscopía en una serie de imágenes. También se revisa el cuaderno de prácticas.

### **Características de la encuesta**

Para obtener los datos del presente trabajo, se ha pasado durante los 3 últimos cursos académicos, a los alumnos de la asignatura de Biología Celular de 1º de Medicina, una encuesta sobre el contacto previo que han tenido con la microscopía, sobre el interés que les suscitan los recursos de imagen y sobre la aplicación que ven a los mismos.

La encuesta se realizó a través de eGELA, la plataforma de aulas virtuales de la Universidad del País Vasco UPV/EHU que se utiliza como apoyo a la docencia presencial de grado y máster que opera en la plataforma Moodle. Se ofreció a los alumnos en la primera semana del curso, cuando tienen la primera práctica de microscopía, y las respuestas se recogieron una semana después. Las encuestas recogidas fueron: n = 60, curso 16-17; n = 87, curso 17-18; n = 80, curso 18-19.

La encuesta incluyó 10 preguntas/ítems (Tabla 4). Los 8 primeros fueron de respuesta múltiple y obligado cumplimiento, y combinaron preguntas para las que el alumno debía especificar su nivel de acuerdo o desacuerdo respecto a la misma (n=6), con preguntas con opción de marcar varias respuestas (n=2). Los dos ítems finales fueron de respuesta abierta y voluntaria.

CAPÍTULO 1  
¿ESTAMOS UTILIZANDO LOS RECURSOS DE IMAGEN APROPIADOS  
EN LA DOCENCIA DE BIOLOGÍA CELULAR?

**Tabla 4**

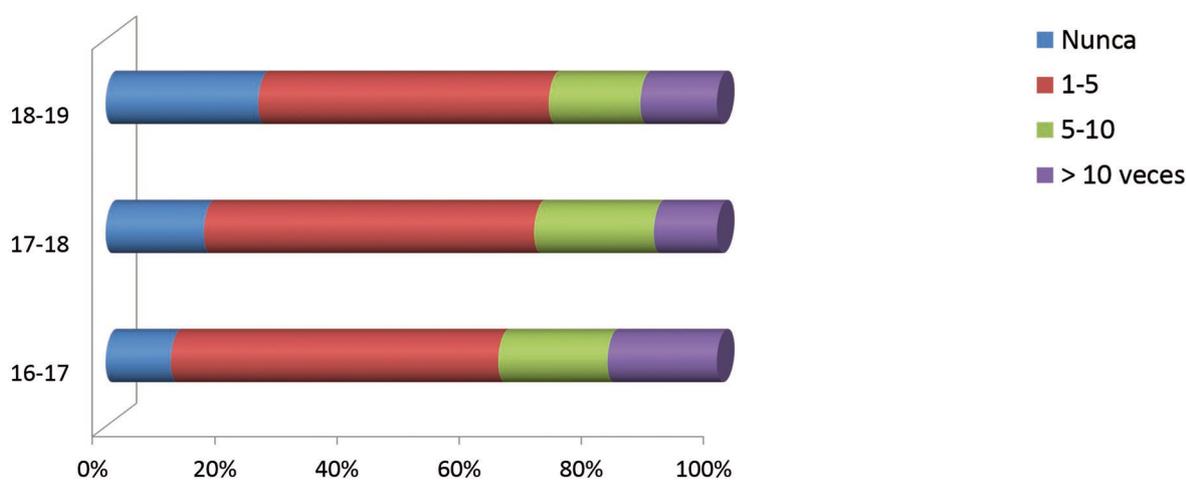
Ítems de la encuesta sobre microscopía realizada a los alumnos de la asignatura de Biología Celular de 1.º de Medicina

Pregunta	Puntuación
1. <i>¿Cuántas veces has utilizado el microscopio antes de llegar a la universidad?*</i>	Nunca 1-5 5-10 <10
2. <i>¿Has utilizado imágenes de microscopía para estudiar Biología en el instituto?*</i>	Nunca Muy pocas veces De vez en cuando A menudo
3. <i>¿Y videos de microscopía?*</i>	Nunca Muy pocas veces De vez en cuando A menudo
4. <i>¿De qué tipo de microscopía eran esas imágenes/videos?*</i>	Microscopía óptica Microscopía electrónica Microscopía de fluorescencia No lo sé
5. <i>¿Has visto imágenes de microscopía en los medios de comunicación o en las redes sociales?*</i>	No me he fijado Sí, pero sin ser muy consciente de ello Sí, y me han parecido muy atractivas
6. <i>¿En qué medios de comunicación/redes sociales?*</i>	TV Youtube Instagram Pinterest Flickr Internet (en sitios encontrados al azar) Periódicos/revistas Otros
7. <i>La opinión que tengo sobre la microscopía es ésta:*</i>	Me gusta mucho Es interesante Es aburrida No lo sé
8. <i>En tu opinión, ¿en qué medida puede ayudar la microscopía a entender las células?*</i>	1 (Muy poco) 2 3 4 5 (Mucho)
9. <i>¿Qué te gustaría hacer en Biología Celular en la parte de microscopía?</i>	
10. <i>¿Para qué será útil lo estudiado en microscopía para tu trabajo (cuando seas médico)?</i>	

## Resultados y discusión

### Encuesta sobre Microscopía

La pregunta inicial de la encuesta realizada pretendía sondear el contacto directo de los estudiantes con la microscopía. Los resultados indican una tendencia a la baja en el uso del microscopio durante la formación previa a la universidad. Así, un 25% de los estudiantes del último curso encuestado (18-19) no había utilizado nunca el microscopio, mientras que en cursos anteriores este grupo de estudiantes era claramente menor: 16% para el curso 17-18 y 11% para el curso 16-17. Así mismo, disminuye la proporción que declara una utilización media (5-10 veces) o alta (>10 veces) del microscopio aunque en este caso la tendencia no es tan marcada: 36% (16-17), 30% (17-18); 27% (18-19) (Figura 4).



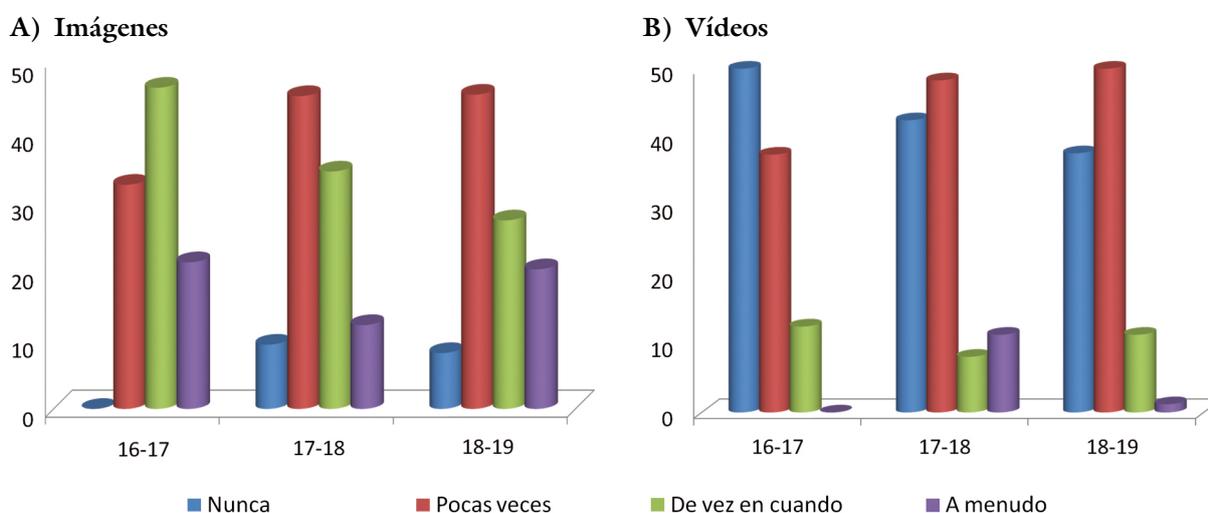
**Figura 4**

Frecuencia de utilización del microscopio en la formación previa a la entrada en la universidad

No sabemos cuál es la causa de este descenso, aunque podría deberse a factores extra-académicos, como los recortes presupuestarios que han afectado a educación o el aumento de la edad del profesorado, que se han podido traducir en la eliminación de prácticas docentes que se consideran prescindibles o que suponen más trabajo de organización. Así mismo podría ser que estas prácticas se estén sustituyendo por otro tipo de actividades como seminarios, etc. En cualquier caso sería interesante conocer la procedencia de los estudiantes, en qué centro han estudiado para poder identificar buenas prácticas por un lado y también para poder indagar en las causas que llevan a que los centros de secundaria no realicen este tipo de actividades de laboratorio.

Los siguientes ítems de la encuesta se centraron ya en el uso de recursos multimedia de microscopía. Al contrario de lo esperado, los datos sugieren que este tipo de recursos no es de uso habitual en secundaria, ya que una parte importante del alumnado (cerca del 50%) declara no haber utilizado nunca o muy pocas veces imágenes de microscopía (Figura 5A). En el caso del vídeo, su uso ha aumentado algo y ya no es tan infrecuente como en el curso

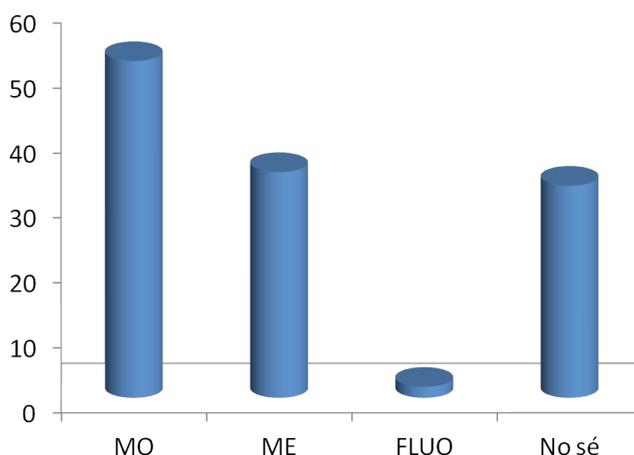
16-17 (nunca han utilizado vídeos: 50% (16-17), 43% (17-18), 38% (18-19); sin embargo, si agrupamos los datos correspondientes a las opciones «nunca» o «muy pocas veces», el porcentaje del alumnado llega al 90% (Figura 5B). ¿Por qué no se han incorporado a la práctica docente estos recursos? Parece un contrasentido teniendo en cuenta la sociedad de la imagen en la que estamos inmersos, sin embargo es posible que al profesorado de secundaria no le resulte tan fácil como al docente universitario acceder a estos recursos. Afortunadamente, en los últimos años, los recursos multimedia de microscopía, tanto de imagen como de vídeo se han vuelto más accesibles a través de repositorios de imágenes como Wikimedia o plataformas como Youtube e incluso a partir de fuentes de información primarias con publicaciones científicas en abierto, cuyo número se ha incrementado en forma exponencial.



**Figura 5**

Frecuencia de utilización de imágenes (A) y vídeos (B) de microscopía en la formación previa a la entrada en la universidad

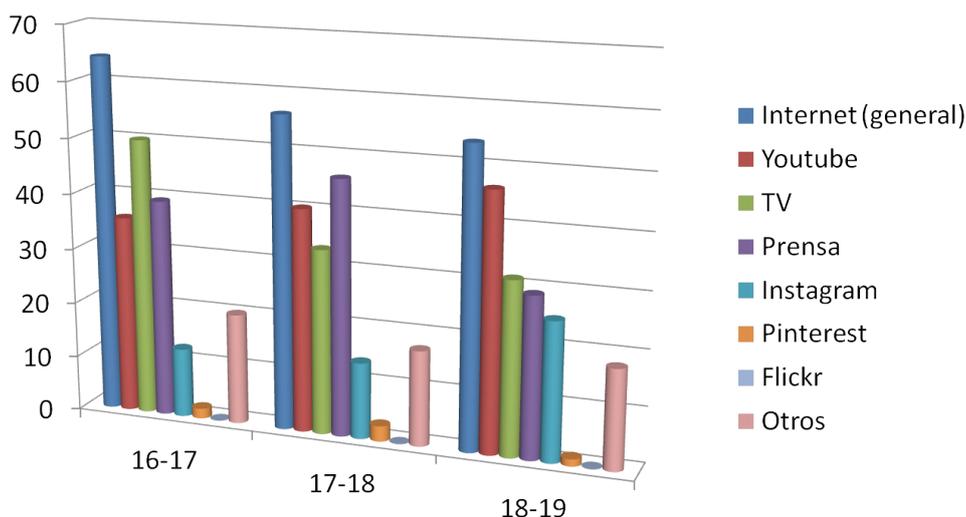
En cuanto al tipo de microscopía, una proporción bastante alta de los encuestados no es capaz de identificarla en las imágenes o vídeos, alcanzando el valor más alto (41%) en el curso 18-19. En torno al 50% declara identificar microscopía óptica, y algo menos (33%) microscopía electrónica; pero no identifican imágenes de fluorescencia. De nuevo, la comparativa de los 3 cursos encuestados muestra un panorama sin grandes cambios, pero que en ningún caso sugiere una tendencia a una mayor familiaridad con imágenes de microscopía (Figura 6). Es significativo el desconocimiento total de la fluorescencia considerando que particularmente este tipo de imágenes/vídeos son fácilmente reconocibles y pueden ser especialmente atractivas para los y las estudiantes de secundaria en la asignatura de Biología. Asimismo, este hecho contrasta con la presencia e importancia de la fluorescencia en la Biología Celular actual. De hecho, la capacidad imbatible de combinar la visualización de moléculas específicas con la observación de las células en vivo hace que del 80% de las imágenes de células que se encuentran en los libros sean imágenes de fluorescencia (Huang *et al.*, 2010). Esta circunstancia refleja una vez más la necesidad de acercar la práctica habitual de la ciencia a la docencia si queremos conseguir que lo que aprendan no esté tan lejos de la realidad.



**Figura 6**

Tipos de microscopía que los estudiantes identifican en las imágenes o vídeos.  
 (MO, Microscopía óptica; ME, microscopía electrónica; FLUO, microscopía de fluorescencia).  
 Valores promedio de los tres cursos (n = 227)

Fuera del entorno académico, un 70% del alumnado declara haber visto imágenes de microscopía en medios de comunicación o redes sociales y el 20% las considera muy interesantes. Internet, en general, y Youtube más específicamente, junto con la televisión y diarios y revistas parecen ser los medios más habituales. Repositorios de imagen como Pinterest o Flickr son prácticamente desconocidos, mientras que Instagram es cada vez más utilizada (Figura 7). Aunque los hábitos de uso de redes sociales cambian rápidamente, en este momento constituyen recursos muy potentes que pueden ser muy útiles en la docencia; de hecho las principales casas de microscopía como Leica, Nikon o Zeiss, utilizan Instagram o Youtube como repositorios de recursos de imagen (Tabla 5).



**Figura 7**

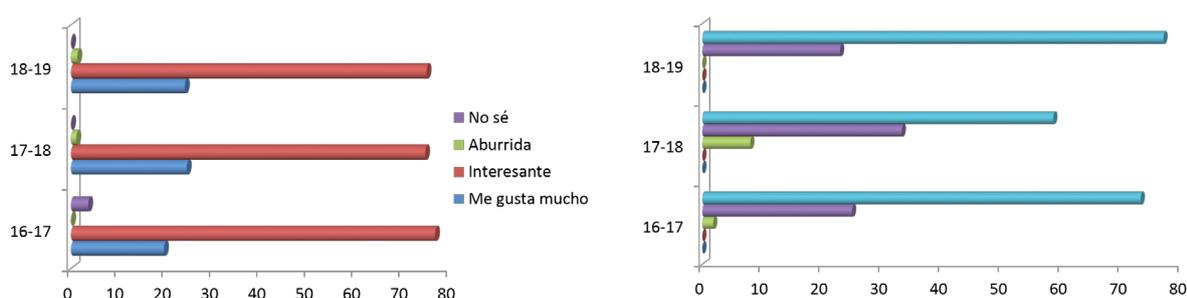
Frecuencia del tipo de medios de comunicación, repositorios de imágenes/vídeos, o redes sociales en las que los y las estudiantes declaran haber visto imágenes/vídeos de microscopía

**Tabla 5**

Repositorios de imágenes de las principales casas de microscopía

	Images Galleries	Instagram	Youtube
<b>LEICA</b>			
<a href="https://www.leica-microsystems.com/">https://www.leica-microsystems.com/</a>	—	<a href="https://www.instagram.com/leica.microsystems/">https://www.instagram.com/leica.microsystems/</a>	<a href="https://www.youtube.com/user/LeicaMicrosystems">https://www.youtube.com/user/LeicaMicrosystems</a>
<b>NIKON</b>			
<a href="https://www.microscopyu.com/">https://www.microscopyu.com/</a>	<a href="https://www.microscopyu.com/galleries">https://www.microscopyu.com/galleries</a>	<a href="https://www.instagram.com/nikoninstruments/">https://www.instagram.com/nikoninstruments/</a>	—
<b>ZEISS</b>			
<a href="http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/">http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/</a>	<a href="http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/galleries/index.html">http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/galleries/index.html</a>	<a href="https://www.instagram.com/zeiss_microscopy/">https://www.instagram.com/zeiss_microscopy/</a>	<a href="https://www.youtube.com/playlist?list=PL3226886397B9BADF">https://www.youtube.com/playlist?list=PL3226886397B9BADF</a>

A pesar del escaso contacto que han tenido con la microscopía, el interés del alumnado es bastante alto. Así, el 25% del alumnado declara que le gusta mucho y el 75% que le parece interesante, valores que se han mantenido constantes en los 3 cursos (Figura 8A); asimismo, cerca del 100% valora muy positivamente la utilidad de la microscopía para comprender las células, (valor de 5: 70%; valor de 4: 27%, en una escala de 1 a 5) (Figura 8B). Estos datos sugieren que el alumnado intuitivamente percibe que sin microscopía no se pueden entender las células, e indican una alta motivación del alumnado frente a la microscopía, que debería ser aprovechada y fomentada con las estrategias docentes y recursos adecuados.



**Figura 8**

- A) Interés del alumnado en relación a la microscopía.  
 (B) Valoración de la utilidad de la microscopía para entender las células según una escala de 1 a 5  
 (1= valoración mínima, 5= valoración máxima)

En los dos últimos ítems la encuesta recoge también lo que a cada estudiante le gustaría hacer en las prácticas de microscopía y para qué le puede resultar útil en su futura actividad

como profesional de la medicina. Para la primera pregunta el abanico de respuestas es bastante amplio (Tabla 6). En cuanto a la utilidad de la microscopía en el desempeño de la medicina, un porcentaje importante (40%) considera que es necesario para su formación básica, mientras que otros grupos lo asocian específicamente al diagnóstico o a la actividad investigadora.

**Tabla 6**

Opinión del alumnado en respuesta a los ítem 9 y 10

<b>¿Qué te gustaría hacer en las prácticas de microscopía?</b>	<b>%</b>
—Ver las células	36
—Ver procesos en las células	14
—Hacer microscopía electrónica	12
—Preparar muestras	11
—Aplicar la teoría a la práctica	9
—Identificar patologías	6
—Actividades de investigación	3
—Otros (...)	9
<b>¿Qué utilidad ves a la microscopía para tu actividad profesional?</b>	<b>%</b>
—Conocimiento básico	39
—Diagnóstico	28
—Investigación	27
—Otros (...)	6

### **Propuesta Docente para las prácticas de Microscopía**

Los resultados de la encuesta nos ofrecen una panorámica del contacto que ha tenido el estudiante que llega a 1.º de Medicina con la imaging/microscopía, y constituye un punto de partida a tener en cuenta a la hora de plantearnos las prácticas de microscopía en la asignatura de Biología Celular.

A la vista de estos datos y con el planteamiento básico de acercar al estudiante una microscopía actual y más útil, proponemos un esquema de trabajo que aproveche por un lado, la motivación del alumnado, junto con la disponibilidad online de recursos de imagen, dando mayor visibilidad a la microscopía de fluorescencia, e integrando los avances de imaging/microscopía en otras actividades de la asignatura (Tabla 7).

**Tabla 7**

Propuesta docente para las prácticas de microscopía

<b>Propuesta para las prácticas de microscopía</b>
Dar más relevancia a la microscopía de fluorescencia tanto para la visualización de estructuras como de procesos celulares.
Integrar las nuevas técnicas de imagen de microscopía (microscopía crioelectrónica, etc.) en ejercicios de prácticas de aula para subrayar su aplicación directa en Medicina
Dar más presencia a la utilización de reconstrucciones 3D, de forma que demos más visibilidad al procesado post-imagen.
Manejar en el aula repositorios de imágenes para que el estudiante se familiarice con ellos y perciba su utilidad como recurso.
Que el estudiante construya su propio álbum digital de micrografías, utilizando tabletas electrónicas o dispositivos similares.

En esta propuesta de actualización de las prácticas de microscopía nos proponemos implementar los siguientes aspectos:

1. Utilización de un **BLOG DE FLUORESCENCIA**. Con el fin de resaltar la utilidad de la fluorescencia en el estudio de la célula proponemos un blog que actúe como repositorio dedicado exclusivamente a la fluorescencia y que podamos utilizar como herramienta docente complementando a las actividades habituales realizadas en la sala de microscopía. El blog se ha diseñado siguiendo el orden cronológico del temario de prácticas de microscopía (Figura 9). Además de aportar imágenes y su descripción, incluye cuestiones cuyas respuestas se comentarán en el aula.
2. Integración de contenidos de microscopía en las prácticas de aula. La modalidad de Prácticas de aula constituye una parte importante de la asignatura de Biología Celular: a lo largo de 7 sesiones de 2 horas se realizan ejercicios y se analizan cuestiones o noticias científicas que aportan un anclaje y dan profundidad a los contenidos teóricos. Varias de las prácticas de aula contienen imágenes de microscopía que el estudiante debe analizar como parte del ejercicio propuesto, con lo que conseguimos además un mayor nivel de integración en el estudio de la célula. Proponemos incluir las nuevas técnicas de microscopía (superresolución, 3D, microscopía crioelectrónica) en estas prácticas, tanto en imagen como en vídeo, y que se presenten ligadas a los avances que suponen para la comprensión de los procesos celulares, dándoles así un protagonismo especial.
3. **ÁLBUM DE MICROGRAFÍAS/TABLET**. Durante el curso 17-18 y 18-19 el departamento de Biología Celular e Histología ha actualizado su equipamiento docente con la adquisición de tabletas electrónicas que servirán como soporte para la elaboración de un álbum de imágenes de microscopía personalizado para cada estudiante. Una vez incorporado el software y diseño definitivos, cada estudiante dispondrá de su tableta que podrá complementar al cuaderno de prácticas actual que se realiza en soporte papel.

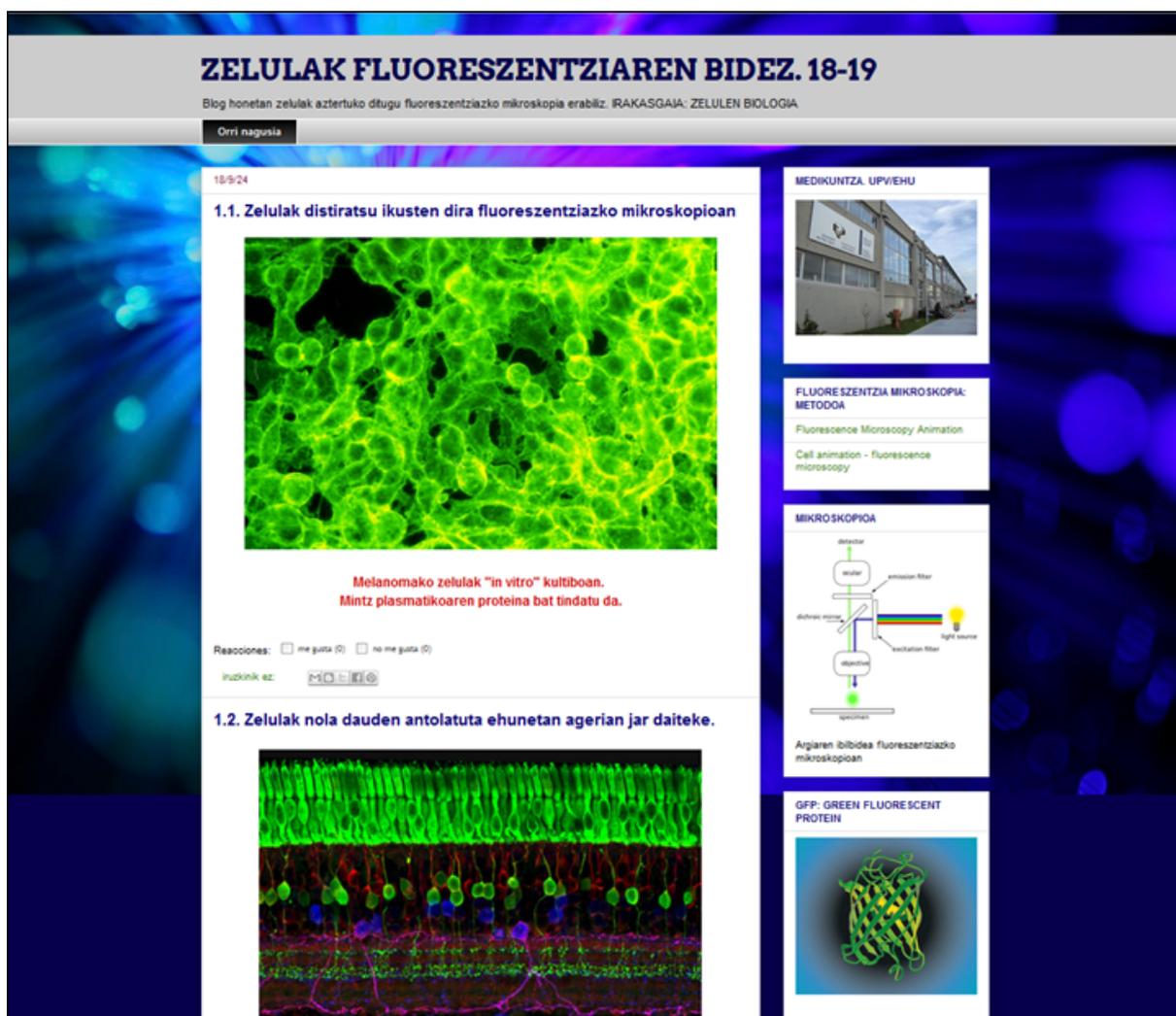


Figura 9

Captura de pantalla del Blog «Zelulak Fluoreszentziaren bidez»

Con la incorporación de estos recursos a la actividad habitual de las prácticas de microscopía de la asignatura de Biología Celular pretendemos que la formación del estudiante en este campo sea más completa y equilibrada, tal como se detalla en la Tabla 8 que incluye los objetivos específicos que esperamos conseguir. La evaluación de la adquisición de las habilidades y conocimientos en el aula de microscopía se llevará a cabo de forma continua y mediante una prueba final (Tabla 9).

**Tabla 8**

Objetivos de aprendizaje en microscopía/imaging

Objetivos de aprendizaje	Actividad
<b>CÓMO SON LAS CÉLULAS AL MICROSCOPIO, QUÉ PODEMOS VER</b> (conocimientos/comprensión de la célula)	
— Percibir tamaño relativo de distintos tipos de células, virus, estructuras celulares (orgánulos, complejos macromoleculares, moléculas aisladas)	Aula/online
— Identificar los principales elementos morfológicos de las células	Aula/online
— Reconocer e interpretar procesos celulares/actividad celular en imágenes y vídeos de microscopía: cambios de morfología, adhesión, movimientos, biosíntesis, tráfico de moléculas, acúmulos de productos, proliferación celular (células en cultivo, división celular)	Aula/online
<b>CÓMO PODEMOS VER LAS CÉLULAS: QUÉ TECNOLOGÍA/MÉTODOS EMPLEAMOS</b> (Procedimientos: utilización y comprensión de los métodos)	
— Comprender y explicar las bases de la microscopía: lentes y fuente de luz/radiación electromagnética (longitud de onda y espectro visible, infrarrojo, ultravioleta, láser); así como conceptos esenciales: resolución (límite de resolución, superresolución/nanoscopía), contraste, profundidad de foco	Aula/online
— Profundización: concepto de IMAGING más amplio que la microscopía, otras tecnologías para ver células (tomografía...)	Aula/online
— Identificar los componentes del microscopio óptico y utilizarlos correctamente	Aula/online
— Realizar una observación al microscopio óptico, extraer información de la muestra y ser capaz de reflejarlo gráficamente	Aula/online
— Identificar los principales tipos de microscopía en imágenes/vídeos y su utilización (para qué sirven)	Aula/online
— Identificar los pasos y procedimientos habituales de obtención/procesamiento de muestras celulares/tisulares para su observación al microscopio	Aula/online
— Conocer los métodos de identificación específica de componentes celulares y particularmente la utilidad de anticuerpos y marcadores fluorescentes.	Aula/online
— Percibir/comprender la importancia de la edición de imagen en la microscopía actual	Aula/online
— Diferenciar imágenes 2D e imágenes 3D y comprender cómo se realiza la reconstrucción tridimensional	Aula/online
— Conocer qué métodos utilizamos para estudiar procesos celulares en células vivas (MP-4D)	Aula/online
— Conocer cómo es un servicio/laboratorio de microscopía	Presencial/ online
— Analizar una imagen/vídeos de microscopía y describir la información extraída	Aula/online

Objetivos de aprendizaje	Actividad
<b>QUÉ RECURSOS WEB EXISTEN EN MICROSCOPIA</b> (consulta y aprendizaje continuo)	
— Conocer las principales colecciones de imágenes y vídeos de microscopía: sitios web de instituciones (sociedades, universidades...), casas comerciales, divulgación	Aula/online
— Conocer los recursos de microscopía virtual en la red y ser capaz de utilizarlos para hacer una observación	Aula/online
— Realizar búsquedas de imágenes online para la elaboración de una colección de microscopía siguiendo criterios específicos	Aula/online
<b>CÓMO SE UTILIZA LA MICROSCOPIA EN BIOMEDICINA: CLÍNICA E INVESTIGACIÓN</b> (aplicación/profesión)	
— Comprender la utilidad de la microscopía y análisis de imagen para el diagnóstico clínico	Aula/online
— Conocer la existencia de bancos de imágenes, percibir su dimensión (BIG DATA) y comprender la necesidad de métodos de análisis mediante tecnologías de información (bioinformática/machine learning)	Aula/online
— Comprender la utilidad de métodos de estudio cuantitativos en análisis de imagen de microscopía: Cell profiling y otros	Aula/online

**Tabla 9**

Evaluación de las prácticas de microscopía

Tareas a realizar/Evaluar en microscopía	Evaluación	
	Continua	Final
Realizar una observación al microscopio óptico, extraer información de la muestra y ser capaz de reflejarlo gráficamente	Ejercicios de aula: elaboración del cuaderno de prácticas	Examen de microscopía (prueba final en aula)
Analizar una imagen/vídeo de microscopía, interpretarla, identificar objetivo principal y tipo de microscopía y describir la información extraída.	Ejercicios de aula: trabajo en parejas y puesta en común oral, ejercicios online, blog de microscopía, otros	Checklist de imágenes (prueba final en aula / online)
Elaborar una colección virtual de imágenes personalizada, utilizando recursos de la red	Trabajo autónomo online; tutorización en el aula.	Documento digital

## Conclusiones

En su conjunto, los datos obtenidos en este estudio ponen en evidencia que el estudiante de 1.º de Medicina valora positivamente la microscopía para su formación aunque ha tenido escaso contacto con recursos de microscopía. Estos resultados, y particularmente el interés que despierta la microscopía en el alumnado se deberían tener en cuenta a la hora de proponer estrategias docentes para acometer los contenidos de microscopía en la asignatura de Biología Celular. Así mismo, consideramos que el diseño de nuevas herramientas y la utilización de recursos digitales pueden contribuir a acercar la microscopía actual al estudiante.

## Bibliografía

- Dillard RS, Hampton CM, Strauss JD, Ke Z, Altomara D, Guerrero-Ferreira RC, Kiss G, Wright ER. Biological Applications at the Cutting Edge of Cryo-Electron Microscopy. *Microsc Microanal.* 2018, 24(4):406-419.
- Kaplan A, Haenlein M. Siri, Siri in my Hand, who's the Fairest in the Land? On the Interpretations, Illustrations and Implications of Artificial Intelligence, *Business Horizons* 2018, 62(1)
- Huang B, Babcock H and Zhuang X. Breaking the diffraction barrier: Superresolution imaging of cells. *Cell* 2010, 143:1047-1058.
- Nature Milestones in Light Microscopy. *Nature Cell Biol.* 2009, 11:S6-S22. [www.nature.com/milestones/light-microscopy](http://www.nature.com/milestones/light-microscopy).
- Sahl SJ, Hell SW, Jakobs . Fluorescence nanoscopy in cell biology. *Nat Rev Mol Cell Biol* 2017, 18: 685-701.
- Sigal YM, Zhou R and Zhuang X. Visualizing and discovering cellular structures with superresolution microscopy. *Science* 2018, 361, 880-887.

## Capítulo 2

# ¿Cómo observa el alumnado con daltonismo preparaciones histológicas? Reflexiones y posibilidades de adecuación

Oihane Diaz de Cerio<sup>1,2,\*</sup>, Beñat Zaldibar<sup>1,2</sup>, Eider Bilbao<sup>1,2</sup> y Pamela Ruiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento Zoología y Biología Celular Animal, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, Spain

<sup>2</sup> Grupo BCTA

**Resumen:** La explicación de muchos conceptos y términos en biología resulta abstracta sin la ayuda de imágenes e ilustraciones. De hecho, generalmente, la visualización de conceptos biológicos se realiza mediante la observación al microscopio. Las imágenes adquiridas son útiles con estudiantes que presentan un 100% de capacidad visual. Pero, ¿Qué ocurre con el alumnado que presenta diversidad visual? En la facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad del País Vasco nos encontramos cada año con estudiantes que presentan diversidad visual, entre otros, daltonismo. En este artículo hemos intentado describir los pros y contras de las diferentes tinciones que se usan en las prácticas de microscopía óptica de campo claro en las asignaturas de Biología Celular, Biología Tisular y Técnicas Histológicas y Cultivos Celulares (Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU) y planteamos propuestas para resolver las posibles situaciones que se pueden dar, así como para adecuar las prácticas de microscopía de forma inclusiva.

**Palabras clave:** Discromatopsia; histología; daltonismo; diversidad visual.

**Abstract:** The explanation of many concepts and terms in biology turns out to be difficult to understand without the help of images and illustrations. Thus, generally, the visualization of biological concepts is performed through observation under a microscope. Acquired images are useful with students who have 100% visual capacity. However, what can be done with those students who have visual diversity? In the Faculty of Sciences

---

\* **Dirección de correspondencia a:** Oihane Diaz de Cerio. Departamento Zoología y Biología Celular Animal, Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, B/ Sarriena, s/n, 48940 Leioa, Spain. Tel.: +34-94-6012508. Fax: +34-94-6013500. Email: oihane.diazdecerio@ehu.eus - <https://orcid.org/0000-0002-5605-8434>.

and Technology of the University of the Basque Country, we observed that, every year, there are students with visual diversity, such as color blindness. In this article, we describe the pros and cons of stains used in bright-field optical microscopy practices in subjects such as Cell Biology, Tissue Biology or Techniques on Histology and Cell Culturing (Faculty of Science and Technology of the UPV/EHU), and we present proposals to solve potential situations as well as changes that could help to teach microscopy in an inclusive way.

**Keywords:** Dyschromatopsia; histology; color blindness; visual diversity.

**Laburpena:** Irudi eta ilustraziorik gabeko gai eta kontzeptu askoren azalpena askotan zaila da biologian. Hori dela eta, biologia arloko kontzeptu askoren behaketa mikroskopioaren bidezko irudiei begiratzuz gauzatzen da. Ikusmen-gaitasunaren %100 duten ikasleekin erabilgarriak dira eskuratutako irudiak, baina zer gertatzen da aniztasun bisuala duten ikasleekin? Euskal Herriko Unibertsitateko Zientzia eta Teknologia Fakultatean, urtero aurkitzen ditugu aniztasun bisuala (besteak beste, daltonismoa) duten ikasleak. Artikulu honetan, UPV/EHUko Zientzia eta Teknologia Fakultateko Zelulen Biologia, Ehunen Biologia edo/eta Teknika Histologikoak eta Zelulen Kultiboak irakasgaietako laborategiko praktikak ikasle horien beharrezanetara egokitzen saiatu gara. Horrela, aniztasun bisuala duten ikasleek ebaki histologikoei eremu argiko argi mikroskopioan behatzeko eta ondo ulertzeko izan ditzaketen zailtasunak aurkezten ditugu, eta mikroskopioko praktikak inklusiboki egokitzeko proposamenak egiten.

**Gako hitzak:** Diskromatopsia; histologia; daltonismoa; aniztasun bisuala.

## Introducción

El empleo de imágenes, ya sean gráficas, diagramas, fotografías o modelos, supone una parte muy importante de los programas educativos y procesos de aprendizaje de cualquier área de estudio. Las imágenes suponen una vía de comunicación muy eficiente para expresar e intercambiar información; esta vía resulta todavía más importante en las disciplinas científicas de cara a visualizar conceptos que en un texto escrito pueden ser difíciles de entender y/o pueden resultar abstractos (Carter, 2013).

En el área de estudio de las Ciencias de la Salud (Farmacia, Medicina, Odontología, Enfermería) y Ciencias de la Vida (Biología, Ciencias Ambientales, Bioquímica y Biología Molecular o Biotecnología) las prácticas de laboratorio basadas en la observación directa de muestras histológicas son muy comunes en asignaturas basadas en el estudio de la célula y los tejidos. Estas observaciones son esenciales para comprender conceptos tan básicos como son la propia célula y la organización en tejidos y órganos de cualquier organismo. Para ello, se emplean ópticas específicas normalmente utilizando un microscopio óptico de campo claro. Tratándose de metodologías basadas en la observación, es esperable que el alumnado que presente diferentes tipos de diversidad visual pueda presentar limitaciones y/o dificultades a la hora de comprender e interpretar la información proporcionada. Cabe destacar, sin embargo, que actualmente el modo en el que generalmente se desarrollan las prácticas, no hace distinciones entre las diversas realidades visuales que pueda presentar el alumnado delante del microscopio.

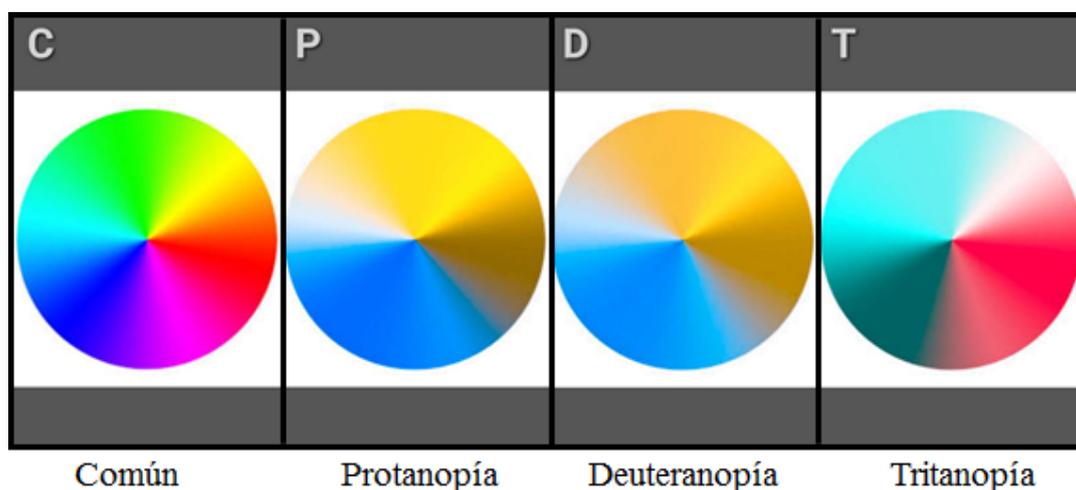


Imagen 1

Imagen ilustrativa de cómo varía la gama de colores observada en las personas con diferente tipo de discromatopsia. Común, Protanopía, Deuteranopía, Tritanopía. Imagen de acceso libre

En la microscopía óptica de campo claro es necesario que las muestras tengan contraste, ya que las estructuras celulares y tisulares tienen un índice de refracción muy similar. Este contraste se obtiene mediante la coloración de las estructuras. La coloración se obtiene empleando reactivos químicos como colorantes o moléculas fluorescentes (fluoróforos) capaces de absorber radiación luminosa a una longitud de onda determinada y emitir radiación lumi-

nosa de mayor longitud de onda. Entre los colorantes más habituales en histología tenemos tinciones que emplean tonalidades rosa/rojo/azul/morado/verde y entre los fluoróforos más utilizados están los verdes/rojos/azules/amarillos. Así, una de las tinciones más empleadas en histología es la tinción hematoxilina-eosina (H/E) que, basándose en la afinidad, tiñe las estructuras tisulares dependiendo de su pH. Así, la hematoxilina tiñe estructuras ácidas (como el núcleo celular) de morado y la eosina las estructuras más básicas (como el citoplasma de muchas células) de rosado (Montuenga y cols., 2009). Por lo tanto, la identificación mediante la observación directa en el microscopio o mediante el empleo de micrografías en las presentaciones de clase que tengan la tinción topográfica hematoxilina-eosina, podría limitar a algunas personas con alguna diversidad visual de tipo cromática como son las diferentes discromatopsias (**Imagen 1**).

Los grados de Biología, Biotecnología, y Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) constan de unos 220 nuevos ingresos de media al año (última matrícula de 2018). Todas estas personas cursan en el primer curso de grado la asignatura obligatoria Biología Celular y en el caso del alumnado de Bioquímica y Biología Molecular la asignatura obligatoria Técnicas Histológicas y Cultivos Celulares. Así, no es de extrañar que cada año nos encontremos con estudiantes con diversas alteraciones de visión como puede ser la **discromatopsia**. La discromatopsia se trata de la incapacidad para percibir o discernir colores. Así, se han descrito diferentes tipos de discromatopsias: **Acromatopsia** (o monocromatismo) que se trata de la ausencia total de percepción de los colores de tal manera que la visión se da en escala de grises al tener un único tipo de cono (célula responsable de la percepción del color); **Dicromatismo**, que se define como visión parcial de los colores por carencia de alguno de los conos. Así mismo, dependiendo de los conos que falten se distinguen distintos tipos de dicromatismo (**Imagen 1**): la **Protanopía**, es la falta de conos receptores de luz roja; **Deuteranopía**, es la falta de receptores de luz verde y la **Tritanopía** es la falta de conos sensibles a la luz azul. Finalmente, el **daltonismo**, se define como la visión parcial de los colores por el mal funcionamiento de los conos. Así mismo, se distinguen distintos grados de daltonismo: tales como la **protanomalia** (dificultad para diferenciar el color rojo y el gris), la **deuteranomalia** (dificultad para diferenciar el color verde), y la **tritanomalia** (dificultad para diferenciar el color amarillo) (Pokorny y cols., 1981). En otras ocasiones el daltonismo se define y agrupa como todos aquellos que han adquirido la visión parcial de los colores de forma hereditaria, teniendo en cuenta sólo a los deuteranopes y protanopes. En este artículo, vamos a denominar daltónico a todo aquel que no sea capaz de discernir colores apropiadamente sea heredado o adquirido dicrómico o tricrómico.

La prevalencia de estas alteraciones en la población mundial está bastante definida. Así, se sabe que la prevalencia de discromatopsia en hombres (7-8%) es superior a la de las mujeres (0.5%) en individuos caucásicos y que la prevalencia es más baja en poblaciones chinas y japonesas (4-5%), seguidas de poblaciones africanas (4%) americanas, australianas, y polinesias (<2%) (Birch, 2012). El hecho que en hombres el porcentaje sea mayor se asocia a la segregación de la mutación. El alelo recesivo de las mutaciones que dan lugar a los diferentes tipos de daltonismo está ligado al cromosoma sexual «X». Por lo que cualquier hombre con alelo recesivo será daltónico (Birch, 2012; Hunt y col, 1995). Otros estudios, en cambio, son más específicos e indican que entre estudiantes de secundaria de Irán la prevalencia es del 8.18% entre los hombres. Entre ellos, el 4.93% se definen como deuteranómalos, el 1.14% protanómalos, el 1.14% deuteranopes, y el 0.97% protanopes. Entre las alumnas la prevalencia cae a

un 0.43% entre las que el 0.32% son deuteranómalas y el 0.11% protanómalas. No se encuentran chicas deuteranopes o protanopes (Modarres y cols., 1996). En Etiopia, la prevalencia descrita es de un 4.2% entre hombres y 0.2% entre mujeres. En este caso también se da un mayor porcentaje de deuteranómalos tanto en hombres como en mujeres (Zein, 1990).

A pesar de que en todos los cursos se identifican estudiantes con algún tipo de alteración visual, generalmente masculinos, por lo que sabemos, no existen datos reales de la prevalencia y/o intensidades de discromatopsia que presenta nuestro alumnado. De hecho, es posible que ni las propias personas afectadas sean conscientes de que presentan este tipo de alteraciones. En consecuencia, tampoco tenemos datos disponibles sobre las limitaciones que podría suponer la diversidad funcional en estudiantes de grado. Estudios previos presentan resultados contradictorios en relación a la relevancia de este tipo de anomalías en el éxito académico o al desarrollo de una carrera profesional en el ámbito de la Biología Celular e Histología (Goh y cols., 2014). A pesar de ello, no hay material específico para trabajar con personas con este tipo de diversidad. En cambio, en otras especialidades se ha ido desarrollando material adecuado para personas con alguna diversidad visual como documentos y/o apuntes escritos mediante el sistema de braille.

Así, con el fin de identificar las dificultades y los posibles errores conceptuales que este tipo de alumnado podría presentar durante las observaciones histológicas y con el fin de plantear aspectos de mejora de las prácticas de forma inclusiva, se ha procedido a examinar y evaluar desde otro punto de vista algunas de las muestras histológicas más empleadas en las prácticas de microscopía óptica de campo claro de los grados de Biología, Biotecnología y Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU así como algunas imágenes que habitualmente se emplean en las presentaciones de las clases teóricas y/o prácticas.

## Métodos

### Selección de imágenes para el estudio

Tomando como referencia el programa docente de las asignaturas Biología Celular, Biología Tisular y Técnicas Histológicas y Cultivos celulares de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU, se han seleccionado las siguientes muestras:

- **Tinciones topográficas:** Son aquellas que tiñen todas las estructuras tisulares de forma generalizada. Este tipo de tinciones se emplean generalmente para trabajar conceptos como el estudio de la morfología celular y nuclear, la identificación de los distintos tipos celulares y sus especializaciones de membrana (microvellosidades, cilios...):
  - *Giemsa:* contiene colorantes catiónicos (azul de metileno, azur A o B) y aniónicos (eosina). Tinción muy empleada en hematología. Permite distinguir los gránulos de los leucocitos.  
Colores: azules/violetas y rosas.  
Muestra seleccionada: sangre humana.
  - *Hematoxilina-Eosina (H/E):* contiene un colorante que presenta afinidad por las estructuras ácidas como el DNA (hematoxilina), y otro por las básicas como pueden ser el citoplasma de numerosas células y la matriz extracelular (eosina).

Colores: azules/violetas y rosas.

Muestra seleccionada: tráquea de mamífero; arteria y vena de mamíferos e hígado de pez.

- *Hematoxilina Férrica*: La hematoxilina férrica contiene sales de hierro y es muy resistente al ácido.

Colores: negro o púrpura oscuro.

Muestra: Meristemo de la cebolla.

- *Tricrómico de Masson*: Resalta las fibras de colágeno. Para ello se usa un colorante nuclear (hematoxilina férrica) y colorantes aniónicos (fucsina o azo Ponceau 2R y azul anilina o fast green).

Colores: rojo, azul y verde.

Muestra seleccionadas: tráquea y arteria-vena-nervio de mamíferos.

— **Tinciones histoquímicas**: Son las tinciones empleadas para la detección de sustancias y/o moléculas específicas en células y/o tejidos aprovechando sus propiedades químicas o bioquímicas:

- *Peroxido de Schiff (PAS)*: Se emplea para la identificación de polisacáridos. En el ejemplo de este estudio se ha añadido una tinción de contraste, un colorante aniónico como la eosina y uno catiónico como la hematoxilina (tinción topográfica).

Colores: rojo/rosa intenso.

Muestra seleccionada: Intestino (glándula mucosa).

- *Fluorescencia*: Se emplea para identificar diferentes moléculas y/o orgánulos en las células, como pueden ser los microfilamentos de actina, DNA/RNA, y/o vesículas. Éstos se pueden marcar con fluorocromos tales como: floresceína (verde), DAPI (azul), y Cy5 (rojo), entre otros.

## Tratamiento de las imágenes

El tratamiento de las imágenes seleccionadas en las preparaciones detalladas en el apartado 2.1. ha sido realizado mediante el simulador de daltonismo desarrollado por Kazunori Asada (2018), CVsimulator 3.0, basado en el algoritmo de Brettel y cols., 1997. Este simulador es una aplicación móvil de libre acceso disponible en la *GooglePlay store* cuyos algoritmos permiten subir una imagen preseleccionada y colorearla/modificarla para simular diferentes situaciones según la visión seleccionada: protanopía, deuteranopía o tri-tanopía.

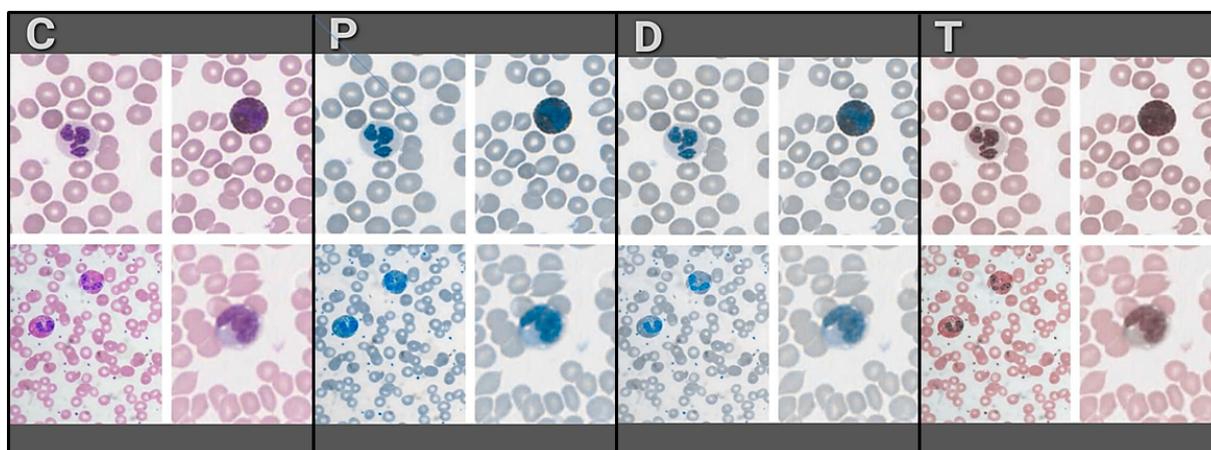
## Resultados

### Descripción de tinciones topográficas observadas por el alumnado con daltonismo

#### *Tinciones topográficas*

Las personas protanopes y las personas deuteranopes adquieren una visión distorsionada de la imagen de sangre humana teñida con **Giemsa (Imagen 2)** que no les permite distin-

guir la coloración de los gránulos característicos de los granulocitos eosinófilos y basófilos; esta característica es la base para la clasificación de estas células, que sí podrían realizar las personas con visión común.



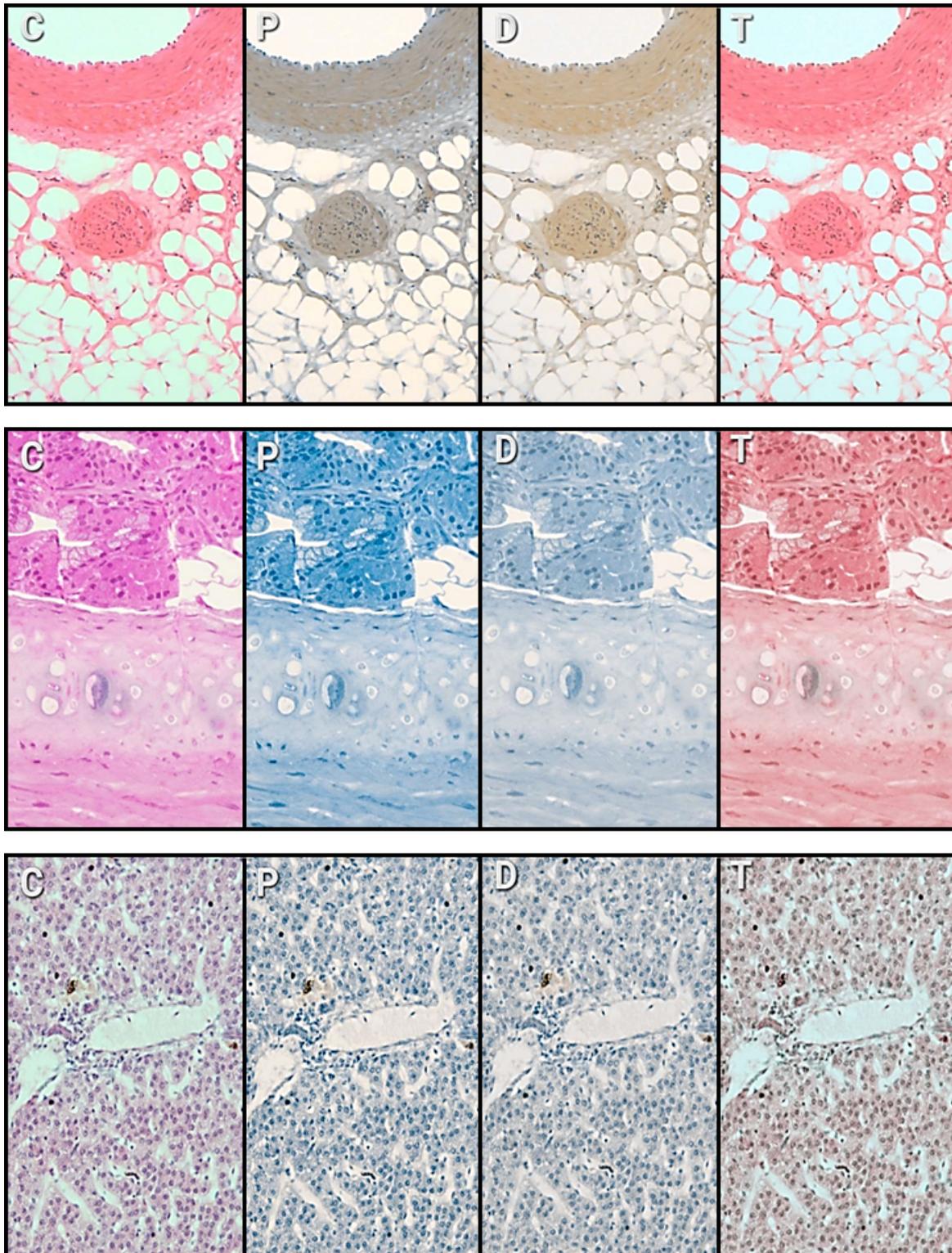
**Imagen 2**

Imagen ilustrativa de cómo observan una preparación de sangre humana teñida con Giemsa las personas con discromatopsia.

C: común; P: protanope; D: deuteranope; T: tritanope. Imagen de acceso libre, células (neutrófilo, basófilo, eosinófilo y monocito) seleccionadas del Atlas Histológico virtual de la Universidad de Duke: *Human blood smear, Giemsa stain* (Duke Medicine, 2004-2018)

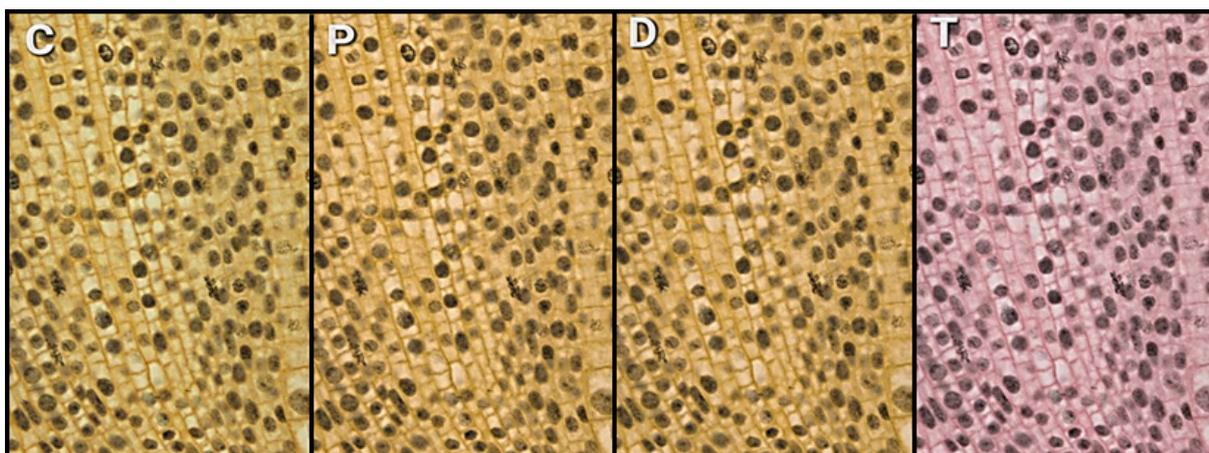
Las personas con visión común y las tritanopes adquieren detalles similares de las imágenes de vena y arteria de mamífero, cartílago e hígado teñidas con **Hematoxilina-Eosina** (**Imagen 3**), mientras que las personas protanopes y deuteranopes presentan una importante distorsión de los colores. Los tonos que visualizan las personas con protanopía y deuteranopía en la preparación de vena y arteria de mamífero, les permiten distinguir con facilidad el endotelio, debido a su coloración más clara, y el tejido conectivo de entre las células musculares y adipocitos (**Imagen 3**). En el caso de la preparación de cartílago no hay limitaciones en la diferenciación de estructuras características del cartílago como los grupos isogénicos y o el periostio, pero tanto protanopes como deuteranopes pueden presentar dificultades a la hora de diferenciar matriz cartilaginosa de nueva síntesis *versus* vieja (con visión normal áreas del cartílago más eosinófilas frente a áreas más basófilas). En el caso del hígado en las tres patologías se pueden diferenciar los hepatocitos, los capilares sinusoidales y los vasos sanguíneos, por lo tanto, no presentan limitaciones.

En la muestra de la raíz de la cebolla teñida mediante **hematoxilina férrica**, no se observan diferencias de color y estructuras en personas con protanopía y deuteranopía, respecto a la visión común; en cambio, las personas con tritanopía observan una coloración púrpura en el citoplasma, pero el contraste que se obtiene en el núcleo es lo suficientemente claro para poder diferenciar las diferentes fases de la mitosis (**Imagen 4**).



**Imagen 3**

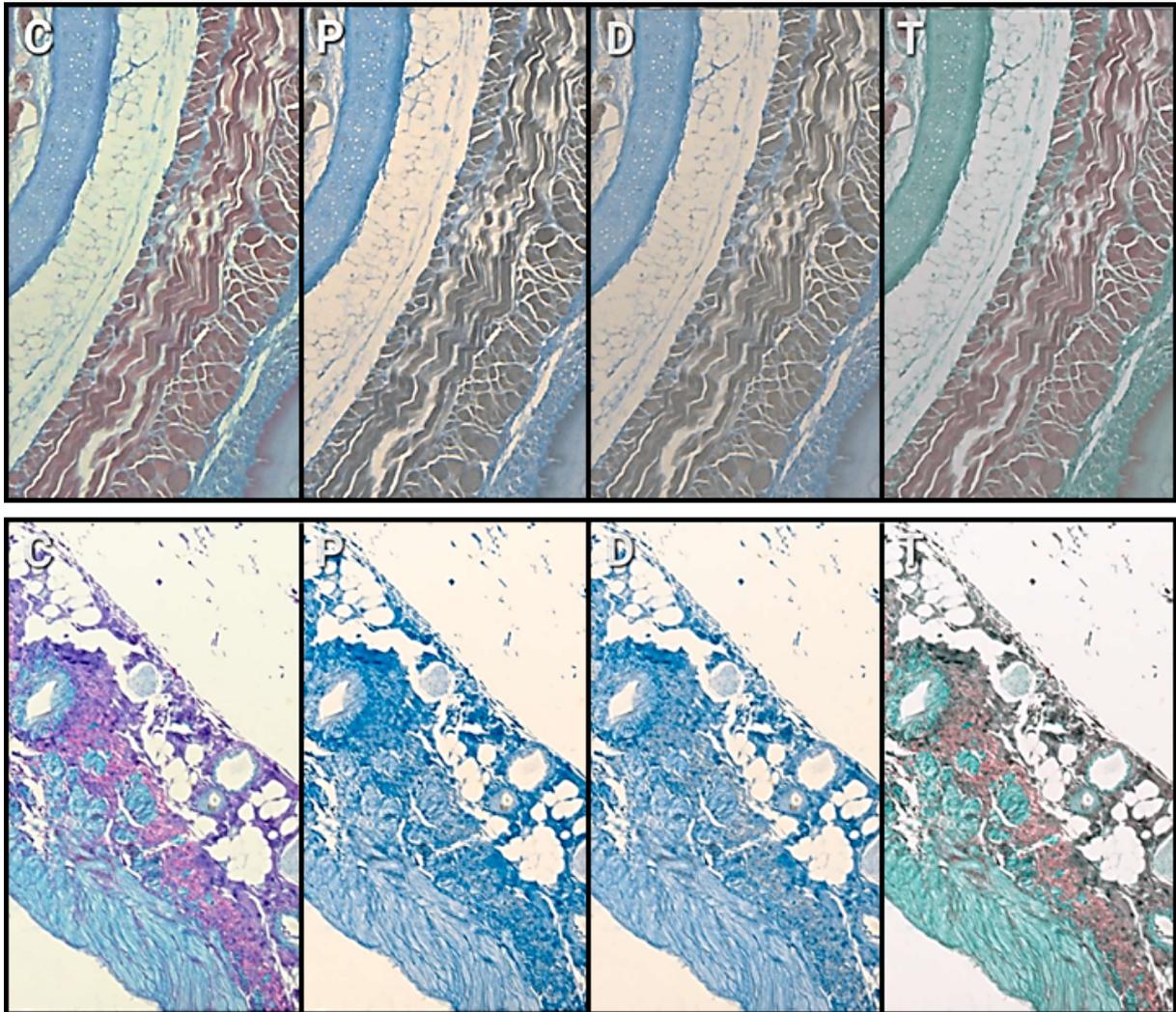
Imagen ilustrativa de cómo observan una preparación de arteria y vena de mamífero (fila superior); de cartilago de mamífero (tráquea, fila central) e hígado de pez (fila inferior) teñida con H/E las personas con discromatopsia. C: común; P: protanope; D: deuteranope; T: tritanope



**Imagen 4**

Imagen ilustrativa de cómo observan una preparación de raíz de cebolla teñida con hematoxilina férrica las personas con discromatopsia. C: común; P: protanope; D: deuteranope; T: tritanope

Por otro lado, la preparación de tráquea y esófago teñida con la tinción **Tricrómico de Masson** no presenta contraste suficiente a vista de las personas con protanopía y deuteranopía (**Imagen 5**), de modo que no son capaces de distinguir las fibras de colágeno azuladas del resto de componentes, así como otros componentes como las fibras de elastina. Las personas tritanopes, en cambio, sí distinguen las fibras de colágeno, ya que la tinción les confiere el contraste suficiente para distinguirlas del tejido circundante (**Imagen 5 fila superior**). Además, no parece que tengan limitaciones para distinguir las fibras de elastina (**Imagen 5 fila inferior**).

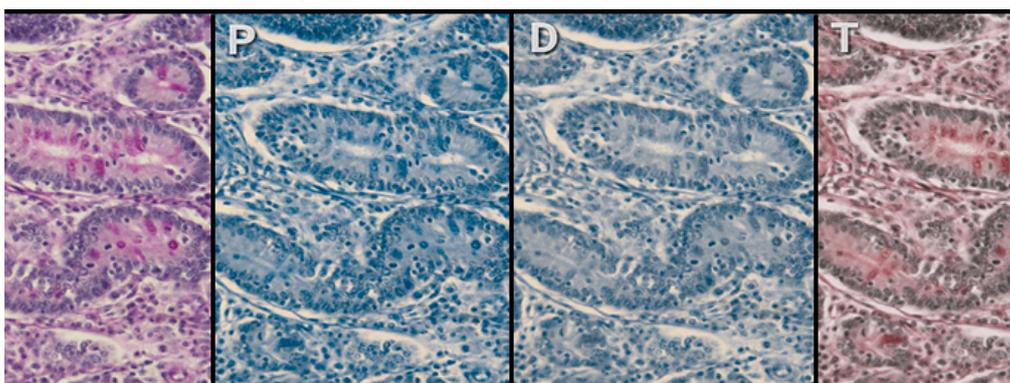


**Imagen 5**

Imagen ilustrativa de cómo observan un corte de tráquea y arteria-vena-nervio de mamífero teñido con tinción Tricrómica de Masson (fila superior: tráquea de mamífero y fila inferior: arteria y venas de mamífero) las personas con discromatopsia. C: común; P: protanope; D: deuteranope; T: tritanope

#### *Tinción histoquímica PAS contrastada con Hematoxilina-Eosina*

Las personas con protanopía y deuteranopía visualizan la preparación teñida con **PAS y contrastada con hematoxilina-eosina** en una tonalidad azulada que apenas les permite distinguir las estructuras marcadas de forma específica, ya que los núcleos y los polisacáridos se tiñen del mismo color (azul) (**Imagen 6**). Sin embargo, en las personas que presentan tritanopía el contenido glucídico de las células se marca de forma más intensa que el citoplasma y de diferente coloración al núcleo, de modo que, a pesar de que la tonalidad no sea la misma que la observada con visión común, ambas estructuras pueden llegar a distinguirse (**Imagen 6**).



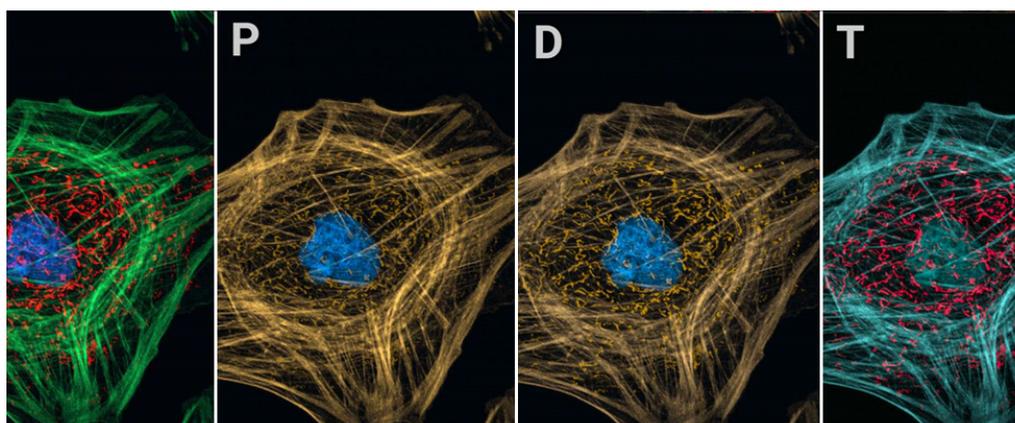
**Imagen 6**

Imagen ilustrativa de cómo observan una muestra de una glándula mucosa (intestino) teñida mediante tinción histoquímica PAS y contrastada con Hematoxilina-Eosina las personas con discromatopsia.

C: común; P: protanope; D: deuteranope; T: tritanope

### *Marcaje fluorescente*

Finalmente, se han valorado las limitaciones que la observación de imágenes obtenidas en microscopios de fluorescencia podría suponer en estudiantes con la diversidad funcional descrita. Así, tal y como se observa en la **imagen 7**, las personas con discromatopsias protanopía y deuteranopía tienen dificultades para diferenciar la fluorescencia roja y la verde, de modo que no distinguirían el citoesqueleto (actina en verde) de las mitocondrias (en rojo). Mientras que las personas con tritanopía no distinguirían el verde del azul, de forma que mezclarían los núcleos con la actina. Sin embargo, las personas con tritanopía sí pueden observar diferencias en las formas de modo que distinguirían, estructuras redondeadas centrales (núcleo) de la morfología filamentosa de los filamentos de actina.



**Imagen 7**

Imagen ilustrativa de cómo observan las células marcadas con fluorocromos (azul para núcleo, verde para citoesqueleto y rojo para mitocondrias) las personas con discromatopsia. C: común; P: protanope; D: deuteranope; T: tritanope. Imagen de acceso libre Indian Muntjac fibroblast cells modificada del Album Microscopy - Life Sciences, Zeiss Microscopy (<https://www.flickr.com/photos/zeissmicro/23725924864>)

En la **Tabla 1** se resumen las principales dificultades o situaciones detectadas para cada tipo de diversidad visual estudiada en el presente trabajo, así como las posibles alternativas que proponemos para no limitar la visualización de las personas con estos tipos de diversidad funcional.

**Tabla 1**

Resumen del análisis de imágenes entre las diferentes discromatopsias.  
P: protanopía; D: deuteranopía; T: tripanopía

Muestra	Conceptos trabajados con visión común	Dicromatopsia			Solución
		P	D	T	
Sangre humana Giemsa	—Eosinofilia, basofilia			√	Tinción Papanicolau Panóptico rápido
	—Células nucleadas	√	√	√	
	—Morfología del núcleo	√	√	√	
Arteria y venas de mamífero (H/E)	—Endotelio	√	√	√	—
	—Tejido conectivo	√	√	√	
	—Músculo liso	√	√	√	
Tráquea de mamífero (H/E)	—Cartílago nuevo vs viejo (eosinofilia, basofilia)				Tinción Von Kossa para cartílago osificándose.
	—Tejido conectivo (denso y laxo)			√	Tricrómicos para cartílago nuevo <i>vs</i> viejo.
Hígado (H/E)	—Citoplasma y núcleo de hepatocitos	√	√	√	—
Traquea y esófago (Tricrómico de Masson)	—Fibras de colágeno en conectivo denso y laxo			√	Tinción Van Gieson's
	—colágeno de la matriz cartilaginosa	√	√	√	
Venas, arterias y nervios (tricrómico)	—Elastina			√	
Intestino (Glándulas mucosas) Histoquímica PAS-H/E	—Glucógeno			√	PAS sin contraste de H o H/E
	—Núcleos			√	
Marcaje fluorescente	—Marcaje verde <i>vs</i> rojo			√	Usar fotos sin combinar fluorescencias
	—Marcaje azul <i>vs</i> verde	√	√		

## Discusión

El objetivo de este artículo ha sido ponerse en la piel de estudiantes de grado con discromatopsia y poder identificar así, al menos en parte, las dificultades y los posibles errores conceptuales que este tipo de alumnado podría presentar durante las observaciones histológicas al microscopio.

Como docentes, el primer problema que nos encontramos es que las personas que cursan nuestras asignaturas no siempre son conscientes de la diversidad visual que presentan o

de las limitaciones que ésta diversidad les puede llegar a causar a la hora de desarrollar sus actividades. Además, aunque la UPV/EHU tiene un servicio de atención del alumnado con diversidad funcional (<https://www.ehu.eus/es/web/discapacidad/home>) donde se pueden presentar dudas y cuyo personal puede proponer soluciones a las personas docentes para adecuar el proceso de aprendizaje, el alumnado con daltonismo no siempre se da de alta. Esto puede ser, o bien porque se desconoce la existencia del servicio y/o su diversidad visual, o bien porque no la consideran un obstáculo porque hasta ese momento no les ha afectado significativamente en el rendimiento académico. Por lo tanto, al comenzar el curso la persona docente normalmente no tiene información al respecto. Por ello, el primer paso es identificar a las personas que presenten este tipo de dificultades. Actualmente, hay disponibles numerosos test de libre acceso *on line* mediante los cuales se podría hacer una primera valoración al comienzo del curso escolar tras su correspondiente solicitud a la comisión de ética de la UPV/EHU y consentimiento individualizado de cada estudiante. Entre los test que se podrían aplicar están el test de Farnsworth-Munsell, que se basa en ordenar unos cubos de colores de manera gradual o el test de Ishihara (Birch, 1997) que se puede encontrar páginas webs similares a esta: <https://www.visioon.es/test-daltonismo-oftalmologia/>.

Algunas de las preparaciones o imágenes que se emplean en prácticas de laboratorio o durante las presentaciones de clase contienen tinciones monocromáticas, tales como azul de Toloudina, Fucsina de Altman y/o impregnaciones argénticas cuya visualización e interpretación no suponen problemas significativos para las personas con discromatopsia/daltonismo. El color se distorsiona, pero la intensidad del color varía de igual manera, con lo que la persona con diversidad visual identifica cada estructura/compuesto dependiendo de la intensidad del color con el que lo percibe. Así mismo, las histoquímicas directas e indirectas mediante precipitados sálicos de reacciones enzimáticas no parecen causar problemas relevantes, ya que en su mayoría éstas son coloraciones monótono y sin contraste. La dificultad viene dada cuando el tejido se contrasta con alguna tinción topográfica como se ha observado en las histoquímicas PAS contrastada con hematoxilina-eosina o en muestras que presentan fluorescencia de varios colores. En estos casos la solución para este alumnado podría ser la utilización de histoquímicas sin contraste.

El problema subyace en los contrastes con más de un color. La combinación de estos colores produce una gama de colores que en ciertas ocasiones puede resultar limitante (**Tabla 1**). Como se ha descrito, en su mayoría, afecta en mayor medida al alumnado con discromatopsia tipo protanopía y deuteranopía. Normalmente, la diversidad funcional que presentan limita la distinción de colores y por lo tanto, de estructuras biológicas como las fibras de colágeno y fibras de elastina teñidas mediante la tinción Tricrómica de Masson así como la capacidad de relacionar conceptos básicos como la acidofilia/basofilia/neutrofilia ampliamente empleados para distinguir distintos tipos de granulocitos teñidos mediante Giemsa. Además, también podrían presentar limitaciones importantes al observar imágenes obtenidas mediante microscopía de fluorescencia. Sin embargo, en el caso de tinciones como la hematoxilina/eosina no parece que esta diversidad visual les afecta negativamente, ya que por lo general el alumnado no tendría limitación alguna para visualizar por ejemplo el endotelio y el tejido conectivo (**Imagen 4** y **Tabla 1**). Si bien las personas tritanopes parece que podrían afrontar menos limitaciones que las personas protanope y deuteranopes, las limitaciones descritas a la hora de tratar de distinguir estructuras biológicas teñidas en tonos azules y verdes (**Imagen 6**) podrían resultar críticas para asimilar algunos conceptos básicos. Así, resulta bastante evidente que estudiantes con diversidad visual presentan limitaciones a la hora de dis-

tinguir colores y por lo tanto, pueden tener más dificultades a la hora de entender conceptos biológicos basados en la observación histológica que llevan a cabo en prácticas de laboratorio o incluso en las imágenes empleadas durante las clases teóricas. Así mismo, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, parece que en general, las personas con protanopia y deuteranopia pueden presentar más problemas que las personas con tritanopia.

Los pocos estudios que hay en la literatura en relación al efecto que la diversidad funcional puede tener en el rendimiento académico, se centran en la educación infantil y/o secundaria (Montanero y cols., 2003; Torrents y cols., 2011) y no en grado y postgrado. Así, Montanero y colegas (2003) concluyeron que el daltonismo no afecta significativamente al rendimiento escolar de estudiantes de educación infantil y/o secundaria. En el presente estudio no se ha valorado el rendimiento del alumnado con este tipo de problemática, pero la experiencia del equipo docente ha detectado problemas tales como: 1) el/la docente basa la explicación en colores para describir las estructuras biológicas a observar. Estos colores, como por ejemplo rosa y morado, los y las daltónicas no los perciben, por lo que las descripciones no llevan un mensaje apropiado. 2) las preguntas más recurrentes por parte del alumnado con diversidad visual denotan la falta de información que afrontan. Por lo tanto, y tras este estudio y de manera preliminar como docentes, ¿qué soluciones podemos aportar para mejorar la observación e interpretación de las muestras histológicas a estas personas? He aquí algunas reflexiones:

1. Buscar tinciones alternativas y a poder ser monocromáticas para definir los conceptos más problemáticos como basofilia y acidofilia o similares (ejemplos de tinciones alternativa dados en **Tabla 1**). Algunos estudios, han propuesto el empleo de imágenes en escala de grises como una alternativa sencilla y viable al menos en fases tempranas de aprendizaje. La propia variabilidad en la intensidad de tinciones como H/E puede suponer un problema de manera que se le incita al alumnado a fijarse en otras características de la muestra (tamaño y forma celular, situación del núcleo, granulación del citoplasma...) más allá del color (Rubin y cols., 2009). Por ejemplo, las tinciones argéneas como puede ser la tinción de Von Kossa pueden sustituir las tinciones H/E para la observación del cartílago y el proceso de osificación. Von Kossa una tinción para detectar calcio que precipita plata en los lugares donde se reduce el calcio.
2. Utilizar simuladores de daltonismo como: ColorOracle, Coblis and Colour Contrast Analyser, o aplicaciones móviles como la usada en el presente estudio ya que podrían ayudar a mejorar la comunicación entre docente y estudiante y por lo tanto, mejorar la asimilación de los conceptos. La persona con diversidad funcional puede capturar la imagen y la persona docente ser consciente de la realidad que ésta está observando de modo que puede adecuar su explicación en consecuencia.
3. Adecuar las explicaciones de tal manera que aquellas basadas solamente en descripciones de colores sean minoritarias, así como completarlas con explicaciones cuyo punto de partida no sea sólo el color.

A pesar de todo, sería conveniente realizar un estudio más detallado para poder ahondar en cómo afecta el daltonismo en el rendimiento de este alumnado en las asignaturas con ejercicios basados en visualización de secciones histológicas, y poder confirmar/rechazar la hipótesis de que realmente puede afectar a la comprensión de ciertos conceptos. Para ello, se ha de solicitar autorización a la comisión de bioética de la universidad para poder profundizar en la temática y poder identificar al alumnado con éste tipo de diversidad visual previo consentimiento escrito de éste.

Si bien este trabajo está enfocado sobre todo a casos prácticos, conviene señalar que las clases teóricas también deberían considerarse ya que todas las imágenes, incluidos gráficos, que se usan en las presentaciones emplean colores. Finalmente, señalar que no está claro si la diversidad visual llega a afectar el desarrollo profesional (Goh y cols., 2014) y por lo tanto se necesitarían estudios complementarios. Una editorial de la revista *The Lancet* ya indicó que «La estructura y la intensidad de la tinción de claro a oscuro son mucho más importantes que las diferencias de color en el diagnóstico histológico»; así, cabe recordar que algunos de los manuales más completos de histopatología continúan teniendo las ilustraciones en blanco y negro» (*The Lancet*, 1991).

## Bibliografía

- Asada K. Chromatic vision simulator, 2018. <https://asada.website/cvsimulator/e/>.
- Birch, J. Efficiency of the Ishihara test for identifying red-green colour deficiency. *Ophthalmic and Physiological Optics* 1997, 17: 403-408.
- Birch, J. Worldwide prevalence of red-green color deficiency. *Journal of the Optical Society of America A* 2012, 29: 313-320.
- Brettel, H, Viénot, F y Mollon, JD. Computerized simulation of color appearance for dichromats. *Journal of the Optical Society of America A* 1997, 14, (10): 2647-2655.
- Carter, M. Designing Science Presentations. A Visual Guide to Figures, Papers, Slides, Posters, and More. *Editorial Academic Press*. Londres. 2013, pp: 360. ISBN-13: 978-0123859693.
- Colour prejudice among pathologists. *The Lancet*. 1991, 338: 1302-1303.
- Duke Medicine, Medical Histology and Virtual Microscopy Resources. 2004-2018 Duke University School of Medicine. Blood and Bone Marrow. 081-2. Human blood smear, Giemsa stain, 40X (red blood cell, neutrophil, lymphocytes, monocytes, eosinophils, basophil, platelet). <https://web.duke.edu/histology/SlideIndex.html>.
- Goh, SSM, Chan, VXB y Tan, NC. Colour Vision Deficiency: Is it a Handicap? A Narrative Review of its Impact on Medical & Dental Education and Practice. *Proceedings of Singapore Healthcare* 2014, 23: 149-157.
- Hunt, DM, Dulai, KS, Bowmaker, JK y Mollon, JD. The chemistry of John Dalton's color blindness. *Science* 1995, 267(5200): 984-988.
- Modarres, M, Mirsamadi, M y Peyman, GA. Prevalence of congenital color deficiencies in secondary-school students in Tehran. *International Ophthalmology* 1996, 20 (4): 221-222.
- Montanero, M y Pardo, PJ. Daltonismo y rendimiento escolar en la educación infantil. *Revista educación* 2003, 330: 449-462.
- Montuenga, L, Esteban, FJ y Calvo, A. Técnicas en histología y biología celular. *Editorial Elsevier*, Barcelona 2009, pp: 392. ISBN-13: 978-8445825204.
- Pokorny, J, Collins, B, Howett, G, Lakowski, R, Lewis, M, Moreland, J, Paulson, H, Smith, VC y Shevell, S. Procedures for Testing Color Vision. Report of Working Group 41. National Research Council (US) Committee on Vision. Washington (DC): *National Academies Press (US)* 1981, pp: 120. ISBN: 978-0-309-07761-3.
- Rubin, LR, Lackey, WL, Kennedy, FA y Stephenson, RB. Using Color and Grayscale Images to Teach Histology to Color-deficient Medical Students. *Anatomical Sciences Education* 2009, 2: 84-88.

Torrents, A, Bofill, F y Cardona, G. Suitability of school textbooks for 5 to 7 year old children with colour vision deficiencies. *Learning and Individual Differences* 2011, 21: 607-6012.

UPV/EHU. (s.f) Servicio de atención a personas con discapacidades. <https://www.ehu.eus/es/web/discapacidad/home/>.

Visión. (s.f). López-Marín oftalmólogos. Test de Ishihara de daltonismo. <https://www.visioon.es/test-daltonismo-oftalmologia/>.

Zein, ZA. Gene frequency and type of colour blindness in Ethiopians. *Ethiopian Medical Journal* 1990, 28(2): 73-75.

Zeiss Microscopy. (S.f). Microscopy - Life Sciences, Flickr, Indian Muntjac fibroblast cells <https://www.flickr.com/photos/zeissmicro/23725924864/>.

## Capítulo 3

# Elaboración de un Álbum de Imágenes de Ultraestructura de la Célula Eucariota: aprendiendo Biología Celular y desarrollando Competencias Transversales

Amaia Orbea\*, Eider Bilbao, Oihane Díaz de Cerio, Urtzi Izagirre, Maren Ortiz-Zarragoitia, Pamela Ruiz, Teresa Serrano

Departamento de Zoología y Biología Celular Animal. Facultad de Ciencia y Tecnología (FCT/ZTF). Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, UPV/EHU. Leioa, Bizkaia

**Resumen:** Con la implantación de las enseñanzas de Grado, las Titulaciones de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UPV/EHU han realizado un esfuerzo importante en consensuar las competencias transversales que quieren que sus estudiantes alcancen al finalizar los estudios de Grado. Entre estas competencias transversales, se considera que la capacidad de aprendizaje, la capacidad de trabajar en equipo y la capacidad comunicativa son habilidades fundamentales para preparar a nuestros y nuestras egresadas para el mundo laboral. El equipo docente de la asignatura Biología Celular ha diseñado la actividad denominada «álbum de imágenes de ultraestructura de la célula eucariota», que pretende que los y las estudiantes conozcan y comprendan la ultraestructura de la célula eucariota y sean capaces de relacionar la estructura y función de diferentes tipos celulares y de sus componentes subcelulares. Se ha pensado en una metodología en la que los y las estudiantes son los agentes principales de su proceso de aprendizaje y en la que el papel del profesorado se limita a guiar la actividad. Con esta metodología se pretende contribuir al desarrollo de las competencias transversales antes mencionadas, adaptando el nivel de dominio de la competencia esperado a la posición de la asignatura en los planes de estudio de los Grados (primer cuatrimestre del primer curso).

**Palabras clave:** Biología Celular; Ultraestructura; Competencia transversal; Trabajo en equipo.

---

\* **Dirección de correspondencia a:** Amaia Orbea. Departamento Zoología y Biología Celular Animal, Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Barrio Sarriena, s/n, 48940 Leioa, Bizkaia. Tel.: +34-94-6012735. Email: amaia.orbea@ehu.eus

**Abstract:** The implementation of the new Bachelor's degree programs pushed the degrees of the Faculty of Science and Technology of the University of the Basque Country to make an important effort to agree on the transversal competences that students are expected to achieve at the end of their undergraduate studies. Among the transversal competences, the ability to learn, teamwork capacity and communication skills are considered fundamental to prepare our graduates for their professional life. The lecturers of the Cell Biology subject have designed the activity «collection of images of the eukaryotic cell ultrastructure», whose aim is for the students to know and understand the ultrastructure of the eukaryotic cell. In addition, the students will be able to associate the structure and function of different cell types as well as their subcellular components. With this methodology, the students are the main agents of their learning process and the role of the teaching staff is limited to supervise the activity. The methodology is intended to contribute to the development of the aforementioned transversal competences, adapting the expected proficiency level for each competence to the place of the subject in the study plans of the BSc programs (first semester of the first year).

**Keywords:** Cell Biology; Ultrastructure; Transversal competence; Teamwork.

**Laburpena:** Graduko hezkuntza-sistemaren ezarpenarekin batera, Euskal Herriko Unibertsitateko (UPV/EHU) Zientzia eta Teknologia Fakultateko (FCT/ZTF) ikasketetan ahalegin berezia egin zen ikasleek gradu-ikasketak bukatzean lortu behar dituzten zeharkako gaitasunak adosteko. Zeharkako gaitasunon artean, uste da ikasteko, talde lanean jarduteko eta komunikatzeko ahalmena dela gure graduatuek lan munduan beharko dituzten oinarritzko gaitasunetako bat. Zelulen Biologia ikasgaiko irakasle-taldeak «Zelula eukariotoaren ultrastrukturaren irudien bilduma» izeneko jarduera diseinatu du. Horren helburua da ikasleek zelula eukariotoaren ultrastruktura ezagutu eta ulertzea eta zelula mota ezberdinen egitura eta funtzioak eta haien osagaienak erlazionatzea. Ikasleak ikasketa-prozesuaren ardatz gisa kokatzen dituen eta irakasleak jardueraren zuzendaritzara mugatzen dituen metodologia da pentsatu dena. Metodologia horrekin aipatutako zeharkako gaitasunetan ekarpena egin nahi da, ikasgaiak Graduan duen kokapena aintzat hartuz (lehenengo mailako lehenengo lau hilabetea).

**Gako-hitzak:** Zelulen Biologia; ultrastruktura; zeharkako gaitasunak; talde-lana.

## Introducción

Con la implantación de las enseñanzas de Grado, las Titulaciones de la Facultad de Ciencia y Tecnología (FCT/ZTF) de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) realizaron un esfuerzo importante en consensuar las competencias transversales (CTs) que quieren que sus estudiantes alcancen al finalizar los estudios de Grado (Aguirre y cols., 2014). Entre estas competencias transversales, se considera que la capacidad de aprendizaje, la capacidad de trabajar en equipo y la capacidad comunicativa son habilidades fundamentales para preparar a nuestros y nuestras egresadas para el mundo laboral (Orbea y cols., 2013).

La asignatura Biología Celular se imparte agrupada en el Grado de Biología, en el Grado de Bioquímica y Biología Molecular y en el Grado de Biotecnología de la FCT/ZTF. La asignatura tiene una carga lectiva de 6 ECTS repartidos de la siguiente forma: 3.6 ECTS de clases magistrales, 1.5 ECTS de prácticas de laboratorio, 0.6 ECTS de prácticas de aula (PA) y 0.3 ECTS de seminarios. Es una asignatura de 1.º curso que se imparte en el primer cuatrimestre.

Las competencias específicas que se pretenden desarrollar en la asignatura son: 1) Entender el concepto de célula, su estructura y función, incluyendo la estructura de sus componentes (membrana plasmática, citosol y citoesqueleto, núcleo, sistema de endomembranas, orgánulos energéticos); 2) Comprender las relaciones e interacciones de las células con su entorno (señales extracelulares, matriz extracelular) y con otras células (interacciones célula-célula); 3) Conocer los mecanismos de dinámica celular (ciclo celular, división y muerte celulares).

Además, las actividades propuestas en la asignatura, principalmente en las prácticas de laboratorio (PL), prácticas de aula (PA) y seminarios, están diseñadas para contribuir al desarrollo de las CTs de las Titulaciones. En el caso concreto de las PA, el equipo docente de la asignatura Biología Celular ha diseñado la actividad denominada «álbum de imágenes de ultraestructura de la célula eucariota», que pretende que los y las estudiantes conozcan y comprendan la ultraestructura de la célula eucariota y sean capaces de relacionar la estructura y función de diferentes tipos celulares, así como de sus componentes subcelulares. Se ha pensado en una metodología en la que los y las estudiantes son los agentes principales de su proceso de aprendizaje de forma cooperativa y en la que el papel del profesorado se limita a guiar la actividad. Así, los beneficios de este tipo de aprendizaje incluyen además del propio logro académico, la mejora de la calidad de las relaciones interpersonales y la mejora en la adecuación psicológica a la vida universitaria (Barkley y cols., 2004; Sharrat y Planche, 2016). Así, con esta metodología se pretende contribuir al desarrollo de las CTs antes mencionadas, adaptando el nivel de dominio esperado de la competencia (básico e intermedio) a la posición de la asignatura en los planes de estudio de los Grados, primer cuatrimestre del primer curso (Orbea y cols., 2013). Esta actividad comenzó a realizarse con la implantación de los estudios de Grado en el curso 2010/2011 y se ha venido desarrollando desde entonces. Cada año en función de los puntos de mejora que se han ido detectando por parte de los y las estudiantes y del equipo docente se ha ido variando la actividad.

## Métodos

### Entregable de la actividad

El entregable de la actividad es una colección ordenada de imágenes de ultraestructura de la célula eucariota. El orden y los criterios son los explicados en el programa teórico y práctico de la asignatura. Los y las estudiantes, organizados en equipos, deben de identificar en las imágenes los objetivos listados en la guía de prácticas elaborada por el equipo docente. Las imágenes han de ser micrografías de calidad de microscopía electrónica de transmisión, buscadas por los equipos de trabajo en medios digitales y escritos. Para complementar la información los y las estudiantes pueden aportar imágenes de microscopía electrónica de barrido y de microscopía de luz, tanto de campo claro, especialmente histológicas, como de fluorescencia, así como esquemas, diagramas o explicaciones complementarias. Cada imagen debe llevar obligatoriamente asignada su referencia bibliográfica. En la medida de lo posible, se pide que cada imagen contenga una barra de escala que permita identificar los aumentos a los que se ha tomado la imagen, con el objetivo de que los y las estudiantes vayan adquiriendo una idea integral del tamaño relativo de las estructuras subcelulares.

### Metodología de la actividad

Las PA se desarrollan en grupos de un máximo de 50 personas. Para la realización de la actividad los y las estudiantes se agrupan en equipos de 4 estudiantes. Dependiendo del número de estudiantes, para ajustarse al número total del grupo de aula, algún equipo puede estar excepcionalmente compuesto de 3 o 5 estudiantes. Un número mayor de estudiantes por equipo facilitaría la labor del profesorado y permitiría dedicar más tiempo a cada equipo. Sin embargo, la experiencia muestra que la desigualdad en la distribución del esfuerzo entre los miembros del equipo aumenta al incrementarse el número de integrantes del equipo.

Para guiar la autonomía con la que se plantea que trabajen, los y las estudiantes disponen de una guía de prácticas donde se les detallan los objetivos específicos (estructuras celulares) que deben identificar para cada sesión presencial, la metodología a seguir, así como el desarrollo temporal de la actividad a lo largo de las 15 semanas del cuatrimestre. La guía de prácticas se publica en la plataforma digital de la asignatura.

La parte presencial de la actividad se desarrolla durante ocho horas: seis sesiones de PA (1 h), más una sesión de dos horas que corresponden a prácticas de laboratorio. Como se ha mencionado anteriormente, en esta actividad se pretende que los y las estudiantes sean los agentes principales de su proceso de aprendizaje de forma cooperativa, por lo que la función fundamental de la persona docente encargada del grupo es presentar, supervisar y guiar la actividad. Para ello, se responden las dudas planteadas por cada equipo y se orienta sobre la organización y selección de las imágenes (Barkley y cols., 2004, Sharratt y Planche, 2016).

## Resultados y discusión

### Desarrollo de la actividad

La importancia de la actividad recae en la parte no presencial. En ella, los equipos han de ser capaces de organizarse, lo que incluye consensuar las tareas y responsabilizarse de cumplir los plazos de entrega (capacidad de trabajar en equipo), de buscar, asimilar y organizar la información relevante (capacidad de aprendizaje) y de presentar un trabajo ordenado y de calidad utilizando la terminología específica de la asignatura (capacidad comunicativa). Excepto para la primera sesión presencial, los equipos de estudiantes han de llevar a cada sesión una selección de micrografías de los objetivos planteados, qué han buscado previamente.

Se procura que las sesiones presenciales estén intercaladas con las sesiones de prácticas de laboratorio, de forma que, en la medida de lo posible, los y las estudiantes no tengan más de una actividad de prácticas de la asignatura a la semana.

- Semana 2-3: primera sesión presencial de PA. Presentación de la actividad, objetivos y metodología de trabajo y organización de los equipos. Se hace especial hincapié en la importancia de la selección de las fuentes bibliográficas, especialmente en el caso de las imágenes buscadas en internet, que suele ser la principal fuente de información utilizada. Además de contrastar los criterios de calidad de la fuente (por ejemplo, no utilizar páginas personales de autores no conocidos, repositorios de apuntes universitarios, etc.), se recomienda que los y las estudiantes comprueben que las imágenes no corresponden a trabajos muy especializados, como patologías humanas o veterinarias, de manera que las imágenes que encuentren no correspondan a casos excepcionales sino que representen las generalidades de las estructuras subcelulares de la célula eucariota.
- Semana 4-5: segunda sesión presencial de PA. Los objetivos en los que los y las estudiantes han de centrarse son la membrana plasmática y sus diferenciaciones. Los equipos han de presentar micrografías en las que se observe la ultraestructura de la membrana plasmática a diferentes aumentos para ser capaces de diferenciar la estructura trilaminar. Además, deben presentar micrografías mostrando las diferenciaciones de membrana dependiendo de la zonación. En la zona apical estudiarán principalmente cilios, microvellosidades (y estereocilios) y glucocáliz. En la zona lateral se centrarán en las uniones intercelulares, principalmente en el complejo de unión en vertebrados (uniones estrechas u ocluyentes, banda de adhesión, desmosoma), y en el complejo de unión en invertebrados (banda de adhesión, desmosoma septado), nexos e interdigitaciones. En la zona basal de la célula estudiarán el laberinto basal y los hemidesmosomas.
- Semana 7: tercera sesión presencial de PA dedicada al citoesqueleto. Los y las estudiantes tienen que traer al aula micrografías que muestren las diferentes estructuras subcelulares en las que participan los tres componentes del citoesqueleto: filamentos de actina, filamentos intermedios y microtúbulos.
- Semana 9: cuarta sesión presencial de PA dedicada al citosol y a la matriz extracelular. En esta sesión los objetivos a cubrir incluyen las estructuras del citosol como ribosomas y polisomas e inclusiones (glucógeno y gotas de lípido) y las estructuras de la matriz extracelular como la lámina basal y las fibras de colágeno.
- Semana 10: quinta sesión presencial de PA cuyos objetivos son el núcleo y la división celular. Para el estudio del núcleo interfásico, los y las estudiantes han de aportar mi-

crografías en las que se observen los siguientes componentes nucleares: envoltura nuclear, poro nuclear, lámina nuclear, heterocromatina, eucromatina y nucléolo. Respecto a la división celular se estudiarán los cromosomas, el huso mitótico/meiótico y los diferentes tipos de microtúbulos que lo conforman, la placa metafásica y el surco de división.

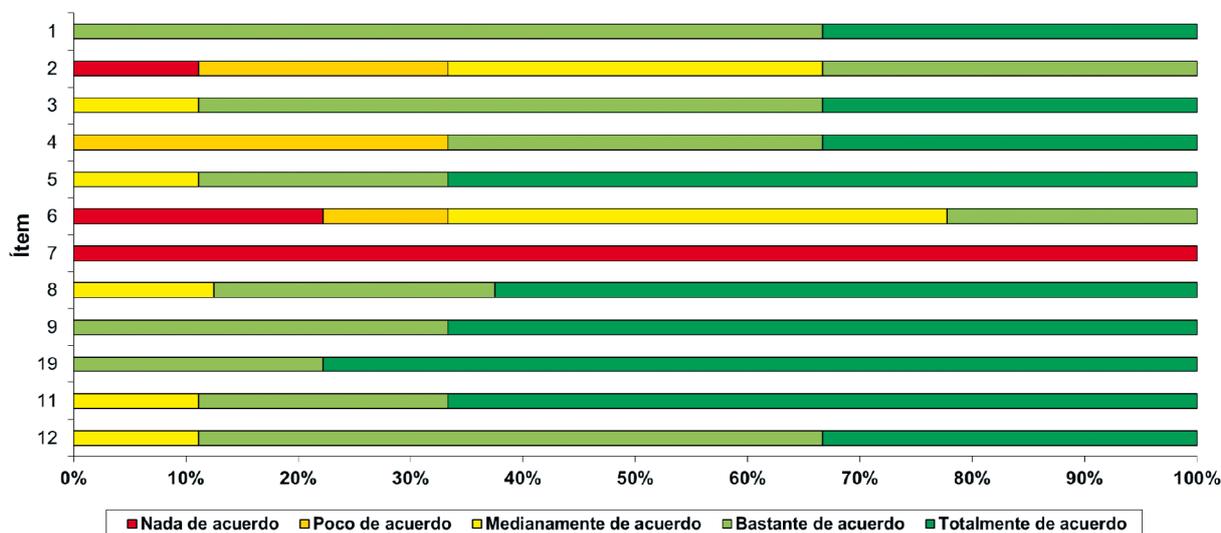
- Semana 11: en esta sesión estudiamos los orgánulos citoplasmáticos y los procesos de citosis y para ello utilizamos dos horas seguidas correspondientes al programa de las prácticas de laboratorio. Esto se debe principalmente a dos razones. Primero, los objetivos específicos de esta sesión son densos ya que los equipos de estudiantes han de organizar el material correspondiente a todos los orgánulos celulares, excepto el núcleo visto en la sesión anterior, y los procesos de citosis: retículo endoplasmático liso y rugoso, aparato de Golgi, lisosomas (en diversos grados de maduración), peroxisomas, mitocondrias (con crestas de diferentes morfologías), cloroplastos, vesículas de endocitosis (mediada por receptor y sin receptor), vesículas de exocitosis, fagosomas (y autofagosomas) y vesículas de transcitosis. Segundo, con el trabajo de esta sesión los y las estudiantes deberían haber completado todo el contenido del álbum y habitualmente suelen tener pendiente de completar o de revisar por la persona docente el material de sesiones anteriores, por lo que disponer de dos horas seguidas en un grupo más reducido (ya que los grupos de prácticas de laboratorio tienen la mitad de estudiantes que los de PA) es una ventaja.
- Semana 12: última sesión presencial de prácticas aula. Esta sesión se dedica a hacer una revisión final del álbum, aclarar las últimas dudas y dar a los equipos de estudiantes *feedback* sobre la estructura y organización general del trabajo. Esta cuestión también se va comentando con los equipos durante el desarrollo de la actividad, si el personal docente ha detectado posibilidades de mejora o errores notables. Sin embargo, al final de la actividad es cuando más patentes suelen ser los defectos de organización de la información ya que los y las estudiantes suelen tender a repartirse el trabajo por bloques, haciéndose visible la diferencia de criterios entre los miembros del equipo.
- Semana 13: La actividad en forma de presentación de diapositivas (documento pdf o similar) ha de ser entregado a la persona docente. Si tras la sesión de revisión o anteriormente durante el desarrollo de la actividad algún equipo requiere *feedback* adicional de profesorado pueden solicitar una sesión de tutoría individualizada.

### **Evaluación de la actividad por parte de los y las estudiantes**

Tras finalizar la actividad según el programa que se acaba de describir, en una de las sesiones de seminario que se desarrolla en las tres últimas semanas del cuatrimestre y que se dedica a reforzar los conocimientos de ultraestructura, cada equipo realiza una evaluación del álbum presentado por otro equipo, justificando los aspectos positivos y negativos del documento presentado, lo que contribuye también a desarrollar su capacidad crítica. Para ello se les provee de un documento de evaluación con criterios similares a los utilizados por el equipo docente.

En la misma sesión reciben, además, un documento a modo de encuesta donde evalúan y expresan sus opiniones y su nivel de satisfacción sobre el desarrollo de la actividad. También se les emplaza a proponer mejoras que una vez compartidas y discutidas por el equipo docente podrían ser incorporadas en próximos cursos. A modo de ejemplo, en la gráfica que

se muestra a continuación (Figura 1), se representan los resultados de uno de los grupos del curso 2018/2019 donde se observan las valoraciones hechas por el alumnado a las afirmaciones realizadas en el cuestionario (Tabla 1).



**Figura 1**

Resultado de los cuestionarios de evaluación de la actividad por parte del alumnado. Los resultados mostrados corresponden a las opiniones de 9 equipos de trabajo de uno de los grupos de prácticas de aula del curso 2018/2019. Los ítems por los que se les encuesta se detallan en la Tabla 1

**Tabla 1**

Aspectos por los que se les pregunta a los equipos de estudiantes una vez realizada la actividad

Ítem	Enunciado
1	Realizando este ejercicio, he aprendido mucho sobre la ultraestructura de la célula eucariota
2	Realizando este ejercicio he aprendido a utilizar los diferentes recursos que ofrece internet
3	Considero que los objetivos están bien repartidos a lo largo del tiempo en que se realiza la actividad
4	Considero que la cantidad de horas presenciales que hemos tenido para realizar este ejercicio ha sido adecuada
5	Realizando este ejercicio he aprendido a trabajar en equipo
6	Si tuviera que realizar nuevamente la actividad, preferiría usar otro tipo de metodología
7	Me ha resultado más difícil trabajar en equipo que el contenido de la actividad
8	En general, me siento muy a gusto con el trabajo que he realizado en el equipo
9	En general, me siento muy a gusto con el trabajo de mi equipo
10	En general, en mi equipo el clima de trabajo ha sido muy bueno
11	En general, los y las integrantes de mi equipo han cumplido con sus responsabilidades
12	En general, el ejercicio me ha gustado y me ha resultado muy valioso para mi aprendizaje

Tal y como se observa en la Figura 1, el 100% de los y las estudiantes encuestadas están bastante o totalmente de acuerdo con que han adquirido conocimientos sobre la ultraestructura de la célula eucariota realizando la actividad. En cambio, la respuesta es más diversa en cuanto a la utilización de Internet ya que un tercio del grupo no considera haber aprendido a utilizar los recursos que ofrece Internet de una forma adecuada, mientras que dos tercios consideran que han aprendido de forma notoria.

A pesar de que el 88% de estudiantes está totalmente o bastante de acuerdo con que los objetivos de la actividad están bien repartidos en el tiempo, un tercio de los y las estudiantes opina que no son suficientes las horas presenciales dedicadas a la actividad, y sugieren ampliar las horas presenciales de las PA para poder interactuar así más con la persona instructora y resolver sus dudas, ya que al principio les resulta difícil comprender y seguir la dinámica de la actividad.

En cuanto a la metodología docente, el 66% del grupo opina que esta actividad les ha ayudado a aprender a trabajar en equipo. Además, el 100% de las y los estudiantes lo ven como algo positivo, ya que opinan que no les ha resultado nada difícil trabajar en equipo. Un tercio de los y las estudiantes se muestran totalmente de acuerdo con utilizar esta metodología en caso de tener que repetir la actividad y los dos tercios restantes solo están un poco o moderadamente de acuerdo con cambiar de metodología.

En general, las y los estudiantes están satisfechas/os con el trabajo realizado en el equipo (el 62,5% está totalmente de acuerdo) y aún lo están más con el trabajo final del grupo. Así, todas y todos afirman estar bastante o totalmente satisfechos con el trabajo desarrollado y presentado. Además, el 78% considera que el ambiente surgido a la hora de trabajar en equipo ha sido muy bueno, mientras que el 22% opina que ha sido sólo bueno. Cuando se les pregunta por las responsabilidades adquiridas en el grupo, el 89% opina que los y las compañeras del grupo han contribuido de manera equitativa y han cumplido con la responsabilidad adquirida previamente, y las personas que solo están parcialmente de acuerdo con esta cuestión se reducen a un 11%. Finalmente, se les pregunta si el ejercicio les ha gustado y si les ha resultado muy valioso para su aprendizaje. Todos ellos están de acuerdo con que el ejercicio les ayuda a interiorizar conceptos y aprender, el 89% está bastante o totalmente de acuerdo mientras que el 11% está medianamente de acuerdo.

Para finalizar, se les pregunta sobre las siguientes cuestiones más específicas para que expliquen su experiencia:

- a) ¿Cuántas horas no presenciales has necesitado para realizar esta actividad?
- b) ¿Crees que deberías haberle dedicado más horas?
- c) ¿Qué es lo que más te ha costado?
- d) ¿Qué es lo que más te ha gustado?;
- e) ¿Has encontrado dificultades especiales para trabajar en el grupo?
- f) ¿Qué cambiarías en este ejercicio?
- g) ¿Algún otro comentario?
- h) Haz una valoración del trabajo de las personas de tu equipo.

En base a las respuestas analizadas, se puede estimar que cada estudiante ha necesitado una media de 18 horas no presenciales para realizar la actividad, aunque las respuestas son muy variables. Todas las personas encuestadas coinciden en que no deberían dedicarle más

horas, las consideran suficientes y en algún caso incluso consideran que han sido demasiadas. La obtención de micrografías de buena calidad con escala es lo que mayor dificultad les ha supuesto. La mayoría opina que lo que más les ha gustado de la actividad es que han interiorizado mucho mejor los conceptos y estructuras de la célula eucariota, por lo que a la vez de realizar la actividad han ido adquiriendo conceptos teóricos. Entre las dificultades detectadas, algunas personas han tenido alguna dificultad para trabajar en equipo, opinan que, a pesar de las nuevas tecnologías, la distancia entre lugares de residencia de los miembros del equipo (incluso provenientes de diferentes provincias) ha complicado su comunicación. A pesar de ello, la mayoría del alumnado opina que las personas del equipo han cumplido con sus responsabilidades y que el clima de trabajo ha sido muy bueno, en algún equipo se detecta que el peso del trabajo ha recaído principalmente sobre una o dos personas del grupo.

Finalmente, las personas encuestadas cambiarían algunos aspectos de la actividad tales como: aumentar el número de horas presenciales, unir la actividad a las clases teóricas, y garantizar que se les proporcionen ejemplos de álbumes bien realizados y ya evaluados para mejorar sus criterios a la hora de seleccionar imágenes, así como cambiar el modo de entrega del trabajo de formato físico (pendrive) a entrega digital vía email.

Como se ha mencionado anteriormente, los resultados mostrados se refieren únicamente a uno de los grupos del curso 2018/2019 y se han presentado a modo de ejemplo representativo. Debido a que la actividad ha sufrido variaciones a lo largo de los cursos como consecuencia del *feedback* de los y las estudiantes y de las reflexiones del equipo docente, no hemos considerado adecuado mostrar promedios de varios cursos.

### **Evaluación del álbum por parte de la persona docente encargada del grupo: criterios y metodologías**

Los criterios que se tienen en cuenta para la evaluación de la actividad son: 1) el álbum ha de contener todos los objetivos propuestos y éstos deben observarse claramente; 2) las imágenes han de tener buena calidad y deben llevar adjunta barra de escala o información de los aumentos utilizados; 3) las estructuras que se trabajan deben de estar correctamente rotulados, así como otras estructuras evidentes e identificables en las micrografías; 4) la colección de imágenes debe de estar ordenada y 5) la bibliografía debe de estar relacionada con su imagen y cumplir con unos mínimos de rigor académico.

Desde el comienzo del cuatrimestre se insiste en que la realización de este álbum de imágenes de ultraestructura no deja de ser una metodología para conocer y entender la organización de la célula eucariota y ser capaces de establecer relaciones entre la estructura y la función celular. Es una forma de que cada equipo de trabajo elabore su propio material de estudio de modo que, además, trabajemos otros aspectos esenciales de la formación universitaria, las CTs. Estas CTs son evaluadas en base al seguimiento que el profesorado hace de cada equipo de trabajo a lo largo del cuatrimestre y al resultado que se plasma en el trabajo entregado.

Las competencias específicas de la actividad se evalúan de dos maneras: evaluación del trabajo presentado por el equipo y evaluación de los conocimientos de ultraestructura alcanzados por cada estudiante. Ambas partes conjuntamente suponen un 20% de la nota final de la asignatura, porcentaje que refleja la proporción de ECTS de la asignatura dedicadas a esta actividad.

La evaluación del trabajo presentado se realiza en base al contenido del trabajo en el que los objetivos específicos, es decir, las estructuras subcelulares deben estar adecuadamente identificadas, rotuladas y organizadas. Esta parte recibe una nota de grupo tras la evaluación de los puntos mencionados anteriormente. Para esta evaluación el equipo docente dispone de una plantilla en la que están listados todos los objetivos (estructuras celulares) que se recogen en la guía de la actividad y que suman un total de 51 items (51 puntos). Además, otros 15 puntos correspondientes a estilo general (5 puntos), correcto estilo ortotipográfico (5 puntos) y correcta utilización de las referencias bibliográficas (5 puntos) se otorgan desde el principio. Estos 15 puntos se van restando en función de los distintos tipos de errores cometidos. Como se puede observar en el desglose de la puntuación que se especifica en la Tabla 2, la mayor parte del peso de la puntuación recae sobre los objetivos específicos (51 de 66 puntos totales). Esto se debe a que para cuando el equipo ha entregado el trabajo éste ya ha sido varias veces revisado por el/la docente.

**Tabla 2**

Sistema de evaluación del trabajo (entregable) de cada equipo de estudiantes

Objetivos	Puntuación máxima	Criterios
Membrana plasmática y sus diferenciaciones	17 puntos	Cumplimiento de cada uno de objetivos mencionados en la guía. Correcta rotulación de los objetivos (y de otras estructuras aparentes)
Citoesqueleto	9 puntos	Cumplimiento de cada uno de objetivos mencionados en la guía. Correcta rotulación de los objetivos (y de otras estructuras aparentes)
Citosol y matriz extracelular	6 puntos	Cumplimiento de cada uno de objetivos mencionados en la guía. Correcta rotulación de los objetivos (y de otras estructuras aparentes)
Núcleo y división	9 puntos	Cumplimiento de cada uno de objetivos mencionados en la guía. Correcta rotulación de los objetivos (y de otras estructuras aparentes)
Orgánulos y citosis	10 puntos	Cumplimiento de cada uno de objetivos mencionados en la guía. Correcta rotulación de los objetivos (y de otras estructuras aparentes)
Estilo general	5 puntos	Estilo general coherente a lo largo del trabajo Uso correcto de títulos y subtítulos (correcta jerarquización de la información)
Corrección ortotipográfica	5 puntos	Ausencia de errores ortográficos y tipográficos
Referencias bibliográficas	5 puntos	Utilización de fuentes bibliográficas adecuadas Aparición de la fuente de cada imagen
NOTA	(Puntos obtenidos/66)*10	

La evaluación de los conocimientos de ultraestructura alcanzados por cada estudiante se realiza en base a una prueba de reconocimiento de imágenes que se lleva a cabo el día de la prueba final de la convocatoria. En esta parte se evalúan los conocimientos adquiridos por los y las estudiantes que reciben una nota individual. Esta prueba de seguimiento permite evaluar la responsabilidad individual de cada participante en el grupo y promueve el compromiso para el trabajo en equipo.

## Conclusiones

La metodología descrita se comenzó a utilizar con la implantación de los estudios de Grado en el curso 2010/2011. Debido a que no se dispone de registros sistemáticos de los resultados obtenidos con la metodología utilizada anteriormente no podemos evaluar si su implementación ha supuesto una diferencia significativa en los resultados académicos. Sin embargo, podemos afirmar que:

- Con la metodología descrita se alcanza el objetivo principal de la actividad, esto es, que los y las estudiantes conozcan la ultraestructura de la célula eucariota animal y sean capaces de relacionar estructura y función, tal y como lo demuestran después en la prueba individual que mayoritariamente superan con éxito.
- En general, los y las estudiantes valoran la actividad de forma positiva y prefieren la metodología propuesta a otro tipo de metodología más pasiva como sería estudiar un material preparado por el equipo docente.
- La metodología descrita permite trabajar competencias transversales establecidas como prioritarias por las Titulaciones.

## Bibliografía

- Aguirre A, Arana I, Basaguren A, González Moro MB, Herrera M, Ibarrola I, Iglesias A, Iriondo M, Orbea A, Ortíz M, Puente A, Soto M, Salcedo I. Development of the transversal competences in the Degree of Biology at the University of the Basque Country (UPV/EHU). *ICEILT, International Congress on Education, Innovation and Learning Technologies*, 2014 pp: 61. ISBN: 978-989-95089-1-0.
- Barkley EF, Cross KP, Major CH. Collaborative learning techniques: a handbook for College Faculty (Jossey-Bass Higher and Adult Education), 2004. ISBN-13: 978-0787955182.
- Orbea A, Puente A, Aguirre A. La planificación y evaluación de las competencias transversales en cursos con materias comunes entre titulaciones: un reto para la implantación de los estudios de grado. *IV Congreso Internacional UNIVEST 2013 sobre «Estrategias hacia el aprendizaje colaborativo»*. 2013. <http://hdl.handle.net/10256/8108>; ISBN: 978-84-8458-417-9.
- Sharratt L, Planche B. Leading collaborative learning: empowering excellence. *Corwin Press*, 2016. ISBN: 978-1483368979.

## Capítulo 4

# Hacia un modelo autónomo en las prácticas de laboratorio de Histología Humana

Iker Badiola Etxaburu\*, Laura Gómez Santos, Francisco José Sáez Crespo

Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, Spain

**Resumen:** Desde el curso 2016-2017 el equipo docente responsable de la asignatura Histología Humana en el grado de Odontología de la Universidad del País Vasco viene implantando una nueva metodología en las prácticas de laboratorio. Esta nueva metodología permite ahondar principalmente en la competencia transversal del trabajo autónomo sin dejar de lado las competencias propias de la asignatura.

El nuevo método que se está trabajando se realiza de la siguiente forma. Previamente a la impartición de las prácticas, las preparaciones histológicas que se trabajan se depositan en un repositorio digital, escaneadas en un formato que permite su visualización usando plataformas de microscopía virtual de libre acceso. Antes de la sesión práctica presencial, el profesor o profesora responsable facilita al alumnado las preparaciones virtuales de las muestras correspondientes a dicha sesión. Trabajando en su ordenador, cada estudiante, con la ayuda de material bibliográfico —libros de texto o atlas de histología—, busca en la muestra los objetivos que se trabajarán en la sesión presencial, captura las imágenes correspondientes, las copia en la ficha de prácticas y señala los objetivos a mano. En la sesión presencial, utilizando el microscopio real, las alumnas y alumnos buscan los objetivos de la práctica utilizando como apoyo el material trabajado previamente. Una vez localizado cada objetivo, realizan un dibujo representativo en la ficha de prácticas. Paralelamente, durante esta clase presencial, el profesor o profesora va realizando un seguimiento del trabajo de cada alumno o alumna validando las búsquedas realizadas. Al terminar la clase, cada estudiante entrega la ficha de prácticas donde aparece tanto el tra-

---

\* **Dirección de correspondencia a:** Iker Badiola Etxaburu. Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Barrio Sarriena, s/n, 48940 Leioa, Spain. Tel.: +34-94-6012881. Fax: +34-94-6013226. Email: iker.badiola@ehu.eus - <http://orcid.org/0000-0003-2392-2537>.

bajo presencial como el no presencial y, tras ser evaluado por el profesorado, se le devuelve con la retroalimentación correspondiente.

**Palabras clave:** Histología; odontología; microscopio óptico; microscopía virtual; trabajo autónomo; competencias transversales

**Abstract:** Since the academic year 2016/2017, the lecturers of the Histology subject of the first year of the Dentistry degree in the University of the Basque Country have implemented a new methodology, which has been performed during microscopy practical sessions. This approach allows the students to work and develop transversal abilities, such as autonomy, without putting the intrinsic competences of the subject to one side. We put this new methodology into practice, working both with the Spanish language student team and the Basque language team. Two different periods can be distinguished in each practical session: a period outside the classroom and a face-to-face lecture. During the period outside the classroom, the students had to examine by themselves the corresponding histological samples, using free access virtual microscopy platforms. Such histological samples were previously scanned and uploaded. Each student, by using his/her computer and with the help of bibliographic material, such as histology books or atlases, had to find the histological targets that would be analyzed during the face-to-face session and, then, make an image capture. Afterwards, the students pasted the image in the working notebook and printed it. In order to benefit the learning of the new concepts, the students had to mark the histological targets by hand. Later, during the face-to-face lecture, the students, by using the real microscope and histological samples and with the help of previously developed work outside the classroom, had to find the requested objectives and draw them in the notebook, next to the printed corresponding image. At the same time, the lecturer reviewed the work conducted by the students. Once the lecture had finished, the students gave the lecturer the assignment for correction. After making the appropriate corrections, the lecturer gave the work back to the students in order to promote positive feedback.

**Keywords:** Histology; dentistry; optic microscopy; virtual microscopy; autonomy; transversal competences.

## Introducción

Todos los grados universitarios enfocados a la biomedicina imparten asignaturas dedicadas a la formación del profesional en el conocimiento de la organización y funcionamiento del cuerpo humano. Mientras la Anatomía describe las estructuras visibles a simple vista, la Histología se adentra en la estructura microscópica del cuerpo humano formado por tejidos en situaciones no patológicas.

El alumnado de Odontología no es ajeno a este contexto. Como estudiante de un grado en el que se deben tratar problemas de los tejidos bucodentales, el conocimiento de las estructuras microscópicas de estos tejidos es indispensable. El profesional de la odontología tiene que conocer la composición de los tejidos sobre los cuales va a trabajar para proceder de una manera eficaz y segura salvaguardando, en la medida de lo posible, la salud e integridad del paciente.

El nacimiento de la Histología como ciencia médica la podemos datar con los grandes avances que se realizaron en la fabricación de lentes que aumentaban la visión del ojo humano, principalmente con el primer microscopio rudimentario de Anton van Leeuwenhoek en el siglo XVII (Boutibonnes, 1999). El hecho de poder observar la organización microscópica de las estructuras corporales abrió las puertas de una nueva disciplina. En un principio las primeras observaciones se realizaron en plantas, se tuvo que esperar hasta el siglo XIX para que Theodor Schwann ligase las células y el cuerpo humano, dando comienzo así al estudio microscópico de éste (Weber, 2000).

Por todo ello el estudio de la histología va acompañado de un instrumento obligatorio; el microscopio. Las estructuras microscópicas que se trabajan en el estudio de la histología, como son las células y los tejidos, son indistinguibles al ojo humano, por lo que es necesario amplificar las imágenes. Se trata por tanto de una disciplina eminentemente visual. Cierto es que el alumnado siempre puede acceder a libros de histología basados en microfotografías para construir en su mente imágenes virtuales de las composiciones de los órganos, pero el verdadero aprendizaje y dominio se realizan trabajando sobre el terreno (Yorke, 2003).

El manejo del microscopio trabajando sobre muestras humanas y animales dota a los y las estudiantes de la competencia relativa al manejo adecuado del microscopio óptico para el estudio de los tejidos. Por todo ello, la mayoría de las asignaturas relacionadas con la histología en las ciencias biomédicas cuentan con métodos docentes prácticos en los que los alumnos y alumnas, de forma individual, manipulan microscopios ópticos en la búsqueda de objetivos histológicos.

Tradicionalmente, las sesiones prácticas dedicadas al uso del microscopio óptico para el estudio de los tejidos humanos en las diferentes asignaturas relacionadas en mayor o menor medida con la histología, se han realizado de una manera muy dirigida, en la cual el alumnado seguía las instrucciones del /de la docente. En casi todos los casos, el alumnado adoptaba una situación pasiva y el profesor o profesora explicaba los objetivos que había que buscar durante la sesión práctica. El hecho de no poder aportar situaciones previas en las que el alumnado trabajase sobre los futuros objetivos, residía en la imposibilidad de éste para poder acceder a un microscopio fuera de la clase física de prácticas. Esta situación se ha podido solucionar en parte con la irrupción del microscopio virtual. La microscopía virtual está basada en programas informáticos que simulan microscopios ópticos. Hoy en día, hay progra-

mas gratuitos que se pueden descargar y permiten visualizar muestras histológicas escaneadas como si trabajásemos sobre un microscopio óptico. Los citados programas permiten al usuario o usuaria desplazarse sobre las muestras, incluso aumentar ciertas partes de la misma simulando el trabajo que se puede realizar con un microscopio convencional. Esta nueva herramienta informática abre la opción de poder modificar la modalidad de práctica de laboratorio con un trabajo previo del alumnado, realizado de forma autónoma y no presencial, que refuerza los conocimientos adquiridos de forma teórica.

El principal objetivo de esta nueva metodología ha sido dotar a las clases prácticas de un trabajo previo por parte del alumnado que incide sobre una competencia transversal muy importante que es la de «Promover el aprendizaje de manera autónoma de nuevos conocimientos y técnicas, así como la motivación por la calidad»; sin dejar de lado otras competencias más específicas que se trabajaban en esta modalidad docente al impartirlas de una manera menos autónoma y más dirigidas.

## Métodos

Este método se ha llevado a cabo en la asignatura de Histología Humana de primer curso del grado de Odontología en la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea en euskera y castellano con 50 alumnos en total en ambos idiomas. El equipo docente ha contado con dos requisitos indispensables para llevar a cabo esta modalidad práctica. Por un lado, las muestras histológicas presentes en el laboratorio de prácticas, y que se usan para su observación, han sido escaneadas con un escáner especial para portaobjetos de histología llamado Aperio AT2 de Leyca Biosystems. Por otro lado, las imágenes escaneadas se han guardado en un repositorio con gran capacidad para guardar datos de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea llamado ehubox. El procedimiento descrito de una forma cronológica ha sido el siguiente.

1. El profesorado facilitó al alumnado el enlace para poder descargar en sus ordenadores los programas de los visores que simulan los microscopios digitales.
2. El profesorado también facilitó al alumnado el enlace al repositorio donde se almacenan las imágenes escaneadas, así como a las fichas de prácticas. Las fichas de prácticas están estructuradas de la siguiente manera (Figura 1).

En la primera página de la ficha de cada práctica, hay una primera parte, indicada en la Figura 1 con el número 1, donde se describe el título de práctica y el alumno o alumna anota su nombre y apellido. En una segunda parte, indicada en la Figura 1 con el número 2, se indica la muestra que se va a trabajar y los objetivos que se tienen que identificar. Finalmente, hay una tercera parte, indicada con el número 3, donde se describe el aspecto morfológico de los objetivos de trabajo, haciendo referencias cruzadas a conceptos desarrollados en otras modalidades docentes.

**Práctica nº 1**  
Tejidos epiteliales

**1**

<b>Alumno</b> Nº:	<b>Apellidos:</b>	<b>Nombre:</b>
----------------------	-------------------	----------------

Preparación nº 1: Piel

<b>2</b>	<p><b>Etiquetas:</b> 4 y 74</p> <p><b>Objetivos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Epitelio plano estratificado queratinizado (epidermis)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Estrato basal</li> <li>Estrato córneo (queratina)</li> </ul> </li> <li>Epitelios glandulares:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Glándulas sudoríparas                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Glándulas sudoríparas ecrinas</li> <li>Glándulas sudoríparas apocrinas (según preparación)</li> </ul> </li> <li>Glándulas sebáceas</li> <li>Células basales</li> <li>Células con núcleos picnóticos</li> </ul> </li> </ul>
----------	--

- La piel recubre el cuerpo humano. Su capa más externa (epidermis) es un epitelio plano estratificado queratinizado, muy similar al que recubre la cavidad bucal.
- 3** El epitelio se asienta sobre una capa de tejido conjuntivo (dermis), en la que se pueden encontrar otras estructuras: vasos sanguíneos, folículos pilosos, músculos erectores de los pelos, glándulas, etc. En el caso de las glándulas (epitelios glandulares), se pueden observar dos tipos:
- Glándulas sudoríparas: normalmente se pueden ver glándulas ecrinas. Éstas son glándulas que se encuentran en posiciones profundas de la piel y cuyo adenómero está formado por un epitelio cilíndrico simple, aunque los núcleos a veces se ven en varias alturas. Este adenómero se organiza en un túbulo contorneado de luz reducida que se enrolla sobre sí mismo formando un ovillo (túbulo glomerular). Su conducto excretor es biestratificado cúbico. En algunas regiones de la piel puede haber glándulas sudoríparas apocrinas. Sus adenómeros son glomerulares, y se distinguen de las glándulas ecrinas porque la luz del túbulo es mucho más amplia. El epitelio es cilíndrico simple y sus células pueden tener proyecciones apicales.
  - Glándulas sebáceas: son glándulas saculares simples que están asociadas a los folículos pilosos. En cada sáculo, las células basales son pequeñas, con poco citoplasma. Cuando estas células proliferan, se van desplazando al interior del sáculo, se hacen más grandes y el citoplasma se llena de sebo, por lo que se observa un citoplasma vesiculoso con regiones claras. A medida que la célula se desplaza, el núcleo se hace picnótico, señal de muerte celular.

**Figura 1**

Primera página de la ficha de prácticas

La segunda página de la ficha cuenta con los espacios de trabajo (Figura 2).

Trabajo no presencial	Trabajo en aula de prácticas
Copia y pega imágenes de microscopios virtuales, captadas con suficiente amplificación, en las que se observen los objetivos de esta preparación. Señala y pon nombre, escribiendo a mano, a cada objetivo. Utiliza tantas imágenes como necesites	Con el microscopio, busca en tu preparación los objetivos. Dibuja el campo que ves, colorea y pon nombre a cada objetivo.  Dibuja tantos campos como necesites

**Figura 2**

Segunda página de la ficha de prácticas

En esta segunda página, en la parte izquierda, hay un recuadro dedicado al trabajo no presencial y, en la derecha, al trabajo presencial.

3. Una vez que el alumnado cuenta con el visor de microscopia virtual instalado, las muestras escaneadas las tiene descargadas en el ordenador y la ficha de prácticas, comienza el trabajo autónomo y no presencial. Siguiendo las instrucciones de la ficha (Figura 1 apartado 3), busca los objetivos indicados (Figura 1 apartado 2). Para ello, se puede apoyar en la bibliografía proporcionada por el equipo docente, basada en Libros-Atlas de Histología, libros de texto, páginas web, así como apuntes sobre las clases de otras modalidades docentes. Una vez localizados los objetivos en la pantalla, realiza una foto fija mediante el método conocido como «captura de pantalla». La foto fija se incrusta en la parte izquierda de la segunda hoja (Figura 2). Se pueden realizar tantas fotografías como se necesiten para identificar todos los objetivos, de ahí que en la segunda página haya dos cuadrículas en la parte izquierda. Si se necesitan más de dos fotografías se puede duplicar la página y así obtener cuatro cuadrículas. Una vez que se tienen las fotografías, se imprime la ficha sin que se indiquen los objetivos. Después de la impresión, se indican a mano los objetivos sirviéndose de líneas y flechas que determinen, de manera más específica, cada uno de ellos. Hasta aquí el trabajo autónomo no presencial.
4. Una vez en clase, el alumnado se coloca de manera individual en su puesto, dotado de un microscopio óptico y adquiere la colección de muestras histológicas guardadas en cajas individuales (una colección para cada estudiante). Coloca la muestra en el microscopio y, tomando como guía la parte no presencial trabajada, busca los objetivos. Una vez encontrados, se solicita la presencia del profesor o profesora para certificar que el campo localizado es correcto en función del objetivo que se buscaba. Si la búsqueda es correcta, el profesorado lo certifica firmando la parte correspondiente al trabajo presencial (Figura 2, parte derecha) y la alumna o alumno procede a dibujar lo que observa al microscopio indicando los objetivos solicitados. En caso de que la búsqueda no sea correcta, el profesorado guiará al / a la estudiante, estableciéndose entre ambas partes una interacción que, partiendo de los motivos que han causado el error previo, está encaminada a finalizar la búsqueda de los objetivos de forma exitosa.
5. Al terminar la clase presencial, el alumnado entregará las fichas para que sean corregidas por el profesorado, que posteriormente las devolverá con los comentarios pertinentes, así como con la puntuación de la evaluación basada en la rúbrica que aparece a continuación (Tabla 1).

**Tabla 1**

Rúbrica de la modalidad docente prácticas de laboratorio que se entrega al alumnado

<b>Calificación</b>	<b>Criterios</b>	<b>Puntuación</b>
Excelente	Distingue o representa los tejidos, las células, orgánulos y estructuras celulares y extracelulares y utiliza adecuadamente la terminología científica.	≥8,5 ≤10
Bueno	Distingue o representa con algunos errores los tejidos, las células, orgánulos y estructuras celulares y extracelulares o comete pequeños errores al utilizar la terminología científica.	≥7,5 <8,5
Suficiente	Distingue o representa con dificultad los tejidos, las células, orgánulos y estructuras celulares y extracelulares o comete errores al utilizar la terminología científica.	≥6 <7,5
Deficiente	Tiene muchos problemas para distinguir o representar los tejidos, las células, orgánulos y estructuras celulares y extracelulares o comete grandes errores al utilizar la terminología científica.	≥0 <6

## Resultados y discusión

La asignatura de Histología en el grado de Odontología pivota sobre dos resultados de aprendizaje:

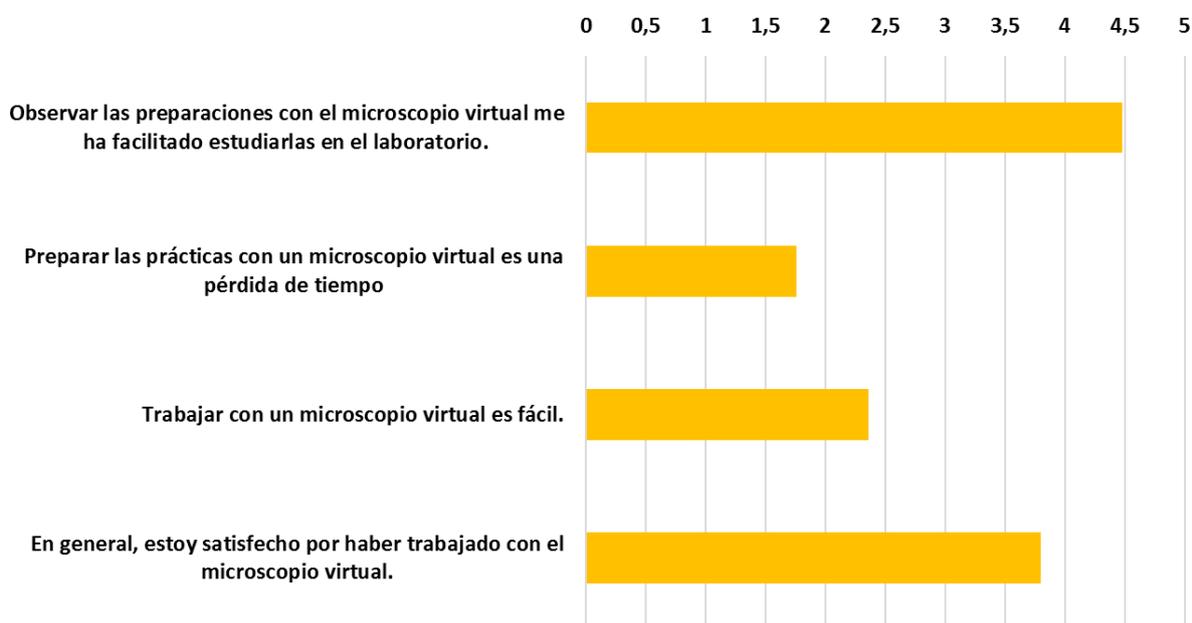
1. Conocer con detalle la estructura microscópica y la organización de los tejidos básicos del cuerpo humano y su organización en el diente y la cavidad bucal, tanto en el adulto como durante su desarrollo embrionario, al tiempo que se realiza un análisis crítico y se responden preguntas o problemas con base histológica utilizando la terminología científica adecuada.
2. Reconocer al microscopio o en imágenes microscópicas los diferentes tejidos humanos, sus estructuras características y su disposición en la cavidad bucal y el diente.

Las diferentes actividades que se engloban en las modalidades propuestas tratan de incidir sobre estos dos resultados. La actividad que presentamos se engloba dentro del resultado de aprendizaje 2, pero no se trata de la única actividad. Además de la práctica propuesta, con una parte no presencial y otra presencial, para la consecución del resultado de aprendizaje 2 y su evaluación, hay una actividad en la cual el alumnado, de forma individual, explica tres muestras histológicas usando un microscopio que tiene un monitor acoplado. Se trata de tres ejercicios repartidos a lo largo del curso de forma regular. La parte práctica consta de las fichas a rellenar durante las prácticas y la evaluación que acabamos de describir. El peso de la nota de las actividades prácticas es del 40% de la nota final. Dentro del apartado práctico las fichas constituyen un 30% de la nota y la evaluación de la identificación de las imágenes por microscopio un 70% con una nota mínima de 6. Evidentemente, la destreza para realizar los tres ejercicios de identificación en el monitor se adquiere realizando las fichas y trabajando sobre ellas. El primer resultado importante que se puede concluir es la alta tasa de aprobados de la parte práctica de la asignatura. En el grupo en el que se imparte la materia en euskera, durante el curso 2017/2018, hubo un 100% de aprobados con un 27% de sobresalientes. En el grupo que cursa la asignatura en castellano aprobaron todos los alumnos y alumnas, con un 19,3% de sobresalientes.

En cuanto a los resultados obtenidos de encuestas realizadas al alumnado de forma anónima sobre la percepción de la actividad, cabe comentar su buena aceptación hacia la metodología planteada (Tabla 2 y 3). Esta encuesta se realizó a la conclusión del curso con una serie de ítems que había que valorar entre 0 y 5, siendo 0 nada de acuerdo y 5 muy de acuerdo (Tabla 2 y 3).

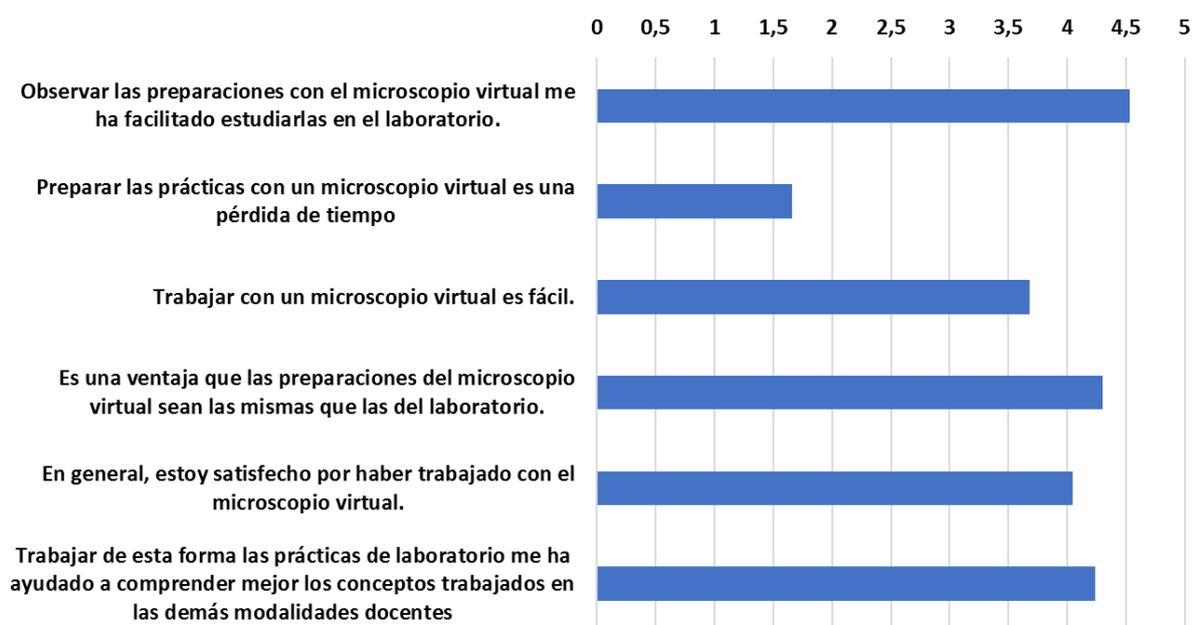
**Tabla 2**

Resultados de las encuestas de satisfacción realizados al alumnado durante el curso 2016/2017



**Tabla 3**

Resultados de las encuestas de satisfacción realizados al alumnado durante el curso 2017/2018



Según aparece en las Tablas 2 y 3, se han recabado los datos del curso 2016/2017 y 2017/2018. Los resultados del curso 2016/2017 se refieren al grupo de castellano, mientras que los datos del curso 2017/2018 son tanto de los grupos de euskera como de castellano, al incorporarse el grupo de euskera a realizar las prácticas de esta forma.

El primer apunte importante se refiere al ítem «Es una ventaja que las preparaciones del microscopio virtual sean las mismas que las del laboratorio». No se realizó esta pregunta en el curso 2016/2017 porque durante este curso no se trabajó sobre muestras escaneadas por el equipo docente, sino que el alumnado cargaba muestras presentes en diferentes repositorios, como son los de la Universidad de Michigan o la Universidad de Indiana y, en la actividad presencial, se trabajaba sobre las muestras propias de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Posiblemente este hecho también esté sesgando la respuesta del ítem anterior que se refiere a «Trabajar con un microscopio virtual es fácil», puesto que es el único ítem que refleja una diferencia significativa entre los dos cursos. Los demás datos se asemejan mucho y dan un aspecto de estabilidad a la percepción general del alumnado, más aún teniendo en cuenta que en el curso 2017/2018 se incorporó el grupo de euskera.

Continuando con la lectura de los resultados, cabe resaltar varios aspectos. Por un lado, la satisfacción general del alumnado a la hora de valorar la parte no presencial y totalmente autónoma que se ha incluido en esta modalidad respecto al modo tradicional, reflejado claramente en el ítem «Observar las preparaciones con el microscopio virtual me ha facilitado estudiarlas en el laboratorio». Se trata de un ítem relacionado directamente con la competencia transversal «Promover el aprendizaje de manera autónoma de nuevos conocimientos y técnicas, así como la motivación por la calidad». El apartado no presencial que exige un trabajo previo a la práctica de laboratorio presencial, supone un esfuerzo adicional al alumnado que no se realizaba con el método tradicional, donde éste tenía su primer contacto con la materia a estudiar en la propia clase y de una manera pasiva. En esta nueva actividad el alumnado se convierte en el centro del proceso de aprendizaje. El ejercicio activo que requiere la preparación de la parte no presencial le dota de un proceso de interiorización de los conceptos que no existía de la forma tradicional. Con esta actividad adicional se busca la exploración de conocimiento que en muchas ocasiones viene acompañado de errores que refuerzan más la adquisición de los conocimientos de forma correcta (Bain, 2004).

Otro aspecto destacable de la encuesta lo encontramos en el ítem «Trabajar de esta forma las prácticas de laboratorio me ha ayudado a comprender mejor los conceptos trabajados en las demás modalidades docentes». En ocasiones, a pesar de que las diferentes modalidades presentes en una misma asignatura tienden a trabajar los conceptos desde diferentes perspectivas, utilizándolos como vasos comunicantes y buscando la complementariedad entre ellas, el alumnado tiende a construir apartados estancos en su imaginario dentro de las diferentes modalidades. La división que se hace en resultados de aprendizaje, provocando una parcelación de las notas en porcentajes adjudicados a cada uno y diferentes notas de corte para aprobar las partes, podría fomentar esa falta de fluidez entre las diferentes modalidades. El riesgo es real, sin embargo, esta pregunta certifica la conexión existente entre las diferentes modalidades docentes, ahuyenta en cierta medida la tendencia a la individualización de las modalidades docentes y agrada al alumnado valorizando y reforzando la modalidad en su conjunto de una forma muy consistente.

La valoración final de la actividad en su conjunto se ve reflejada en la pregunta «En general estoy satisfecho o satisfecha por haber trabajado con el microscopio virtual». Una puntuación de 4,3/5 muestra claramente la satisfacción general del alumnado con respecto a la actividad que se complementa con el ítem «Preparar las prácticas con microscopio virtual es una pérdida de tiempo», puntuado con 1,65/5 y 1,57/5 en los cursos 2016/2017 y 2017/2018, respectivamente.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos por el alumnado en las pruebas evaluables, por un lado, y las repuestas recogidas de las encuestas de satisfacción, por otro, nos llevan a concluir diferentes aspectos docentes. En primer lugar, el éxito académico del modelo. Esta actividad se centra en el resultado de aprendizaje número dos «Reconocer al microscopio o en imágenes microscópicas los diferentes tejidos humanos, sus estructuras características y su disposición en la cavidad bucal y el diente». Este resultado de aprendizaje fue evaluado de dos formas. Por una parte, se corrigieron las fichas de prácticas, tanto la parte presencial como la no presencial y se retroalimentó con el resultado obtenido. De la misma forma se creó una interacción directa e inmediata cuando el profesorado certificaba la validez del campo seleccionado. Por otra parte, se realizó una prueba evaluable e individual, en la cual el alumnado tenía que identificar las muestras y explicar las estructuras histológicas usando un microscopio con un monitor, en el que visualizaba las muestras en presencia del profesorado. Esta prueba sirve para certificar la asimilación del segundo resultado de aprendizaje y las altas tasas de aprobados validan el modelo realizado.

Por otra parte, nos encontramos con la percepción de alumnado y su valoración del modelo. Este aspecto no es baladí, puesto que son muchos los casos en los que el éxito académico va acompañado de un rechazo frontal del método docente utilizado. El alumnado busca el pragmatismo y, aunque el método le parezca inútil, buscará el máximo rendimiento académico, por lo que el hecho de referirnos a los resultados académicos para justificar la implantación de una nueva actividad y su eficacia, nos puede resultar engañoso. Por este motivo se realizaron las encuestas de satisfacción que fueron contestadas de manera anónima. La relación positiva que indicaron los alumnos y alumnas entre el aprendizaje adquirido en esta actividad y los conceptos trabajados en otras actividades, hablan claramente de la eficacia del modelo y le dotan de un aspecto integrador dentro de la asignatura. La valoración positiva general de la actividad también habla claramente de la validez del método propuesto.

En líneas generales, podemos concluir que se trata de un método que, comparando con la actividad tradicional, supone un mayor trabajo y esfuerzo tanto para el alumnado como para el profesorado. La parte no presencial previa carga al grupo de alumnos y alumnas de un trabajo que no se realizaba de la otra forma, pero a la vez les dota de una mayor autonomía que se adquiere en el mismo proceso. La implicación que requiere esta parte no presencial también motiva de una manera extraordinaria al alumnado en comparación con la actitud que mostraba éste cuando se realizaba de una manera menos proactiva y más pasiva. Todo esto conlleva una mayor autosatisfacción del alumnado acompañado de unos resultados académicos destacables y satisfactorios. Por último, recalcar que el hecho de trabajar con programas de microscopía virtual prepara al alumnado a manejar una herramienta tecnológica de gran validez, pues la microscopía virtual se está extendiendo en su uso y puede ser usada por

los y las profesionales de la biomedicina en un futuro próximo para valorar casos por parte de personas que se encuentran alejadas unas de otras en diferentes puntos del mundo.

## **Bibliografía**

Bain K. Lo que hacen los mejores profesores de Universidad. *Ed. Universitat de Valencia* 2004. ISBN: 978-84-370-6669-1.

Campos A. Objetivos conceptuales y metodológicos de la investigación histológica. *Educación Médica* 2004, 7: S/36-S/40. ISSN : 1575-1813.

Boutibonnes P. L'œil de Leeuwenhoek et l'invention de la microscopie. *Alliage* 1999, 39: 58-66. ISSN 1144-5645.

Weber AS. Nineteenth century science: a selection of original texts, 2000. Capítulo 12, Theodor Schwann. ISBN: 9781551111650 / 1551111659.

Yorke M. Formative assessment in higher education: moves towards theory and enhancement of pedagogic practice. *Higher Education* 2003, 45: 477-501. ISSN: 1573-174X.

## Capítulo 5

# Trabajo cooperativo, autónomo e interactivo en la asignatura de Histología Médica Especial en el grado de Medicina de la UPV/EHU

Edurne Alonso Arana\*, Iker Badiola Etxaburu y Jon Arluzea Jauregizar

Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, Spain

**Resumen:** Durante el curso 2017-2018 se ha implementado una nueva metodología en las prácticas de aula de la asignatura Histología Médica Especial que permita adquirir las competencias propuestas en la asignatura, así como favorecer otras de carácter transversal. Se ha puesto en marcha en los grupos de euskera del grado de medicina de la UPV/EHU. En las 6 sesiones de prácticas de aula se han realizado tareas con el objetivo de profundizar, relacionar e integrar aspectos teóricos desarrollados en las clases magistrales de un modo cooperativo, autónomo e interactivo. Con tal fin se ha utilizado la microscopía virtual y la lectura y análisis de textos científicos y de divulgación científica, además de la posibilidad de trabajar de forma cooperativa para la resolución del caso propuesto. La interpretación de los datos ha permitido el desarrollo de sus capacidades de razonamiento y reflexión. Terminado el curso, se realizó una encuesta para valorar el grado de satisfacción del alumnado y pudimos observar que apuestan por el trabajar cooperativo y valoran positivamente el empleo de la microscopía virtual como dinámica complementaria a las prácticas de laboratorio. La lectura y comprensión de textos no fue tan óptimamente valorada, probablemente debido a que se trató de la parte no presencial de la práctica. No obstante, se aprecia positivamente la metodología empleada, considerándola de gran ayuda en su proceso de aprendizaje. Así mismo, se ha observado que el grado de satisfacción media de los grupos es directamente proporcional a la calificación final que

---

\* **Dirección de correspondencia a:** Edurne Alonso Arana. Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Barrio Sarriena, s/n, 48940 Leioa, Spain. Tel.: +34-94-6012426. Fax: +34-94-6013226. edurne.alonso@ehu.eus

han obtenido en la asignatura e inversamente proporcional al número de estudiantes del grupo teórico.

**Palabras clave:** Histología médica, microscopía virtual, trabajo colaborativo, prácticas de aula.

**Abstract:** During the academic year 2017/2018, a new methodology was implemented in the classroom practices of the Special Medical Histology subject that allows acquiring the competences proposed in the subject, as well as favoring other transversal competences. It was launched in the Basque language groups of the UPV / EHU medical degree. In the 6 sessions of classroom practices this methodology was carried out in groups with the aim of delving into, relating and integrating the theoretical aspects developed in the lectures in a cooperative, autonomous and interactive manner. To this end, virtual microscopy was used, scientific and informative texts were read and analyzed, and the students were allowed to work cooperatively to resolve the proposed case. The interpretation of the data allowed the development of their reasoning and reflection capacities. A survey was conducted to assess the degree of satisfaction and we observed that the students valued working cooperatively in a very positive way. Likewise, the use of virtual microscopy was also greatly valued, and the reading and comprehension of texts, despite this being interesting and positive for understanding theoretical concepts, was not so highly valued in a significant number of cases, since it was the non face-to-face part of the practical lecture. However, the general satisfaction of the students with the methodology used was remarkable. Likewise, it was observed that the difference in the degree of satisfaction of the groups was directly proportional to the final grade obtained in the subject and indirectly proportional to the number of students in the theoretical group.

**Keywords:** Medical histology, virtual microscopy, collaborative work, classroom practices.

## Introducción

La Histología es una disciplina de gran importancia en la formación de las/los profesionales de la Salud, como es el caso de los futuros médicos y médicas. Es de gran importancia, fundamentalmente, por ser sus contenidos considerados como complementos o pre-requisitos de otras disciplinas, como la Fisiología y la Anatomía y por ende la Patología (de Juan y cols., 2015b). De manera, que la histología médica debe facilitar el paso entre las ciencias básicas y las ciencias clínicas, ocupándose del estudio de los tejidos, órganos y sistemas en los estados eoplásico (ortotípico o estado de salud), proplásico (de renovación, regeneración y reparación) y retroplásico (de degeneración y envejecimiento) (Campos, 2004).

El método docente nos va a permitir dar una respuesta a la finalidad última de la tarea educativa, al plantear un conjunto de decisiones sobre los procedimientos y recursos a utilizar en las diferentes fases de un plan de acción, organizados y secuenciados coherentemente con los objetivos pretendidos en cada uno de los momentos del proceso (De Miguel y cols., 2006). Esta tarea debe definirse en base a unas competencias que deben ser adquiridas. El término «competencia» está directamente ligado al trabajo y todos los modelos basados en competencias, tienen en común que van dirigidos a mejorar los resultados. Así, podría definirse como «la característica esencial de la persona que es la causa de su rendimiento eficiente en el trabajo» (Riesgo, 2008). De esta manera, las competencias se pueden enfocar en función de atributos personales, como actitudes o capacidades, o en función de la capacidad de ejecutar las tareas. O como un compendio de ambas. Las competencias definidas como una combinación de conocimientos, habilidades (intelectuales, manuales, sociales, etc.), actitudes y valores que capacitarán a un titulado para afrontar con garantías la resolución de problemas o la intervención en un asunto en un contexto académico, profesional o social determinado» pueden quedar definidas como «lo que una persona es capaz o competente de ejecutar, es decir, el grado de preparación, suficiencia y/o responsabilidad para una determinada tarea» (González y Wagenaar, 2006).

Por otro lado, conviene dar importancia al tipo de interacción que sucede en el aula cuando el alumnado se enfrenta a las actividades de aprendizaje, tanto entre los propios estudiantes, como entre los propios alumnos y alumnas y el profesorado. Según Prieto (2007), existen tres tipos de aprendizajes: competitivo, individualista y cooperativo, y la elección de cada situación debe depender de las habilidades y competencias que se pretenden fomentar con cada actividad que se proponga en clase.

1. En una situación de aprendizaje competitivo los y las estudiantes compiten entre sí para lograr los resultados previstos. Esto implica que un mejor rendimiento de un/a estudiante o grupo de estudiantes conlleva, necesariamente, que el rendimiento de los demás sea menor.
2. En una situación de aprendizaje individualista, el alumnado se centra únicamente en la realización de su tarea y en conseguir, a nivel individual, los resultados previstos.
3. En una situación de aprendizaje cooperativo el grupo de alumnos y alumnas tiene que trabajar conjuntamente porque se lograrán los objetivos si, y solo si, cada miembro del equipo consigue los suyos.

El aprendizaje cooperativo se cimienta en la teoría constructivista, de manera que el alumnado tiene un papel principal en su proceso de aprendizaje. Aunque muchas veces se utilizan como sinónimos, merece la pena hacer una distinción entre aprendizaje colabora-

tivo y aprendizaje cooperativo. La diferencia principal entre ambos sería que el aprendizaje colaborativo goza de mayor autonomía del grupo y muy poca estructuración de la tarea por parte del profesor o profesora. En el aprendizaje cooperativo, sin embargo, la actividad está diseñada y muy estructurada por el/la docente.

Por último, la evaluación debe considerarse eje transversal del proceso enseñanza-aprendizaje y no como una mera estrategia de motivación extrínseca.

Así, los procesos de aprendizaje deben dirigir la construcción de conocimiento por la persona gracias a unas prácticas más eficientes, profundas y humanas, basadas en la motivación intrínseca, la colaboración, la satisfacción por los conocimientos y capacidades obtenidas, en donde a todos los alumnos y alumnas se les debe dar la mismas oportunidades de aprender significativamente. Los criterios básicos de calidad en el diseño de las actividades de aprendizaje podrían resumirse en estos cuatro: coherencia con los resultados de aprendizaje previstos, retos relevantes con capacidad de motivación, experiencias de aprendizaje activas, colaborativas y exigentes, y diversidad en el tipo de actividades. Además, teniendo en cuenta que la información es extremadamente accesible gracias al avance de las TICs, el perfil docente basado en la mera transmisión de contenidos debe amoldarse a los nuevos tiempos y debe asumir que lo que enseña no coincide con lo que los estudiantes aprenden. Enseñar no es contestar preguntas, enseñar es ayudar a los estudiantes a hacerse preguntas y buscar sus propias respuestas, construyendo el propio conocimiento (Gragera y cols., 2018).

Con el propósito que crear unas dinámicas participativas, intrínsecamente motivadoras, que favorezcan el trabajo colaborativo y que permitan alcanzar las competencias establecidas en la asignatura de histología médica especial, dentro del epígrafe de prácticas de aula hemos diseñado una serie de actividades con un componente práctico y aplicado, que fomenta el aprendizaje autónomo y cooperativo. Las características principales de esta estrategia didáctica serían el papel activo que se le otorga al alumnado, la posibilidad de trabajar de forma cooperativa para la resolución del caso y la motivación derivada de ser hechos reales o con gran similitud con la realidad. Si bien es cierto que requiere una mayor inversión de esfuerzo y dedicación por parte del docente y del alumnado que otros métodos tradicionales, los resultados de aprendizaje son más significativos y permiten ser al estudiante el centro del aprendizaje. La evaluación formativa va a suponer en sí misma una estrategia para lograr el propio conocimiento (Yorke, 2003; Bain, 2007), puesto que va a permitir aprender de los propios fallos.

Con tal fin se ha utilizado la microscopía virtual y la lectura y análisis de textos científicos y de divulgación científica, además de la posibilidad de trabajar de forma cooperativa para la resolución del caso propuesto. La interpretación de los datos en las prácticas de aula les permitirá integrar y aplicar los conocimientos teóricos adquiridos, además, al tratarse de actividades más activas y dinámicas, van a permitir el desarrollo de sus capacidades de razonamiento y reflexión.

Se fomenta la discusión abierta y los casos son corregidos y evaluados para favorecer la retroalimentación constante tanto para los estudiantes como para el profesor o profesora y permitir así que los estudiantes conozcan si van alcanzando los resultados de aprendizaje requeridos. Se trata de un aprendizaje autónomo (aunque dirigido) por lo que no se les vetará el acceso a ningún tipo de información, pudiendo utilizar para la resolución de la tarea tanto libros, como material digital, como internet.

El empleo de la microscopía virtual está implantado en muchas universidades (también españolas) y su éxito está comprobado tanto en resultados de aprendizaje, como entre el propio alumnado, por su carácter próximo, que les acerca la abstracta histología a «su» mundo «real» virtual, además de posibilitar un aprendizaje autónomo, colaborativo, dinámico e interactivo (Madrid y cols., 2013; De Juan y cols., 2015a; De Juan y cols., 2015b).

De esta manera, el objetivo que nos propusimos en este estudio fue analizar el éxito de un nuevo diseño de práctica de aula en la asignatura de histología médica especial del 2.º curso del grado de medicina en los grupos de euskera de la UPV/EHU.

## Métodos

La asignatura de histología médica especial se imparte en el segundo curso del grado de medicina en la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). En concreto en los grupos de euskera, el alumnado está repartido en tres grupos de prácticas de aula: el grupo 32 cuenta con 45 alumnos/as y los grupos 31.1 y 31.2 tienen 33 alumnos/as cada uno. Los dos grupos 31 se fusionan en uno de 66 alumnos y alumnas para las clases magistrales. Denominaremos grupos teóricos a los correspondientes a las clases magistrales. De esta manera, el grupo teórico 31 tiene 66 alumnos y alumnas en total y el teórico 32, 45 alumnos y alumnas.

Se ha empleado la plataforma de aulas virtuales de la UPV/EHU (eGela) para compartir tanto el material facilitado por el grupo docente, como la entrega de ejercicios resueltos por el alumnado y la corrección y evaluación de los mismos por el/la profesor/a, lo que ha permitido realizar un seguimiento continuo del proceso enseñanza-aprendizaje.

La dinámica que se ha seguido en las prácticas de aula ha sido la siguiente:

1. Una parte no presencial en que los estudiantes de manera individual realizan la lectura y comprensión de un artículo de investigación científica o de divulgación científica, relacionado con la visión histofisiológica del tema, que se les presenta a través de eGELA; además de responder un breve cuestionario en grupo, relativo al texto.  
Previo a la práctica el profesor o profesora habrá subido a la plataforma eGELA el material necesario para la práctica: una ficha con los objetivos de la práctica, las instrucciones y las preparaciones a visualizar, así como los ejercicios que deben realizar con las preparaciones histológicas en cuestión. Así mismo, habrá establecido las características de entrega de los trabajos, que se realizarán a través de eGELA, los criterios de evaluación y los grupos de trabajo, que quedarán definidos en la primera sesión y se mantendrán durante todo el curso. Cada grupo previamente es conocedor de que deberá llevar un portátil o tableta a todas las sesiones de prácticas de aula.
2. La sesión comienza con una muy breve exposición por parte del profesor o profesora en que se explicará la práctica a realizar, los objetivos de la misma y donde se facilitan las instrucciones necesarias para llevar a cabo la visualización, interpretación y comprensión de diferentes preparaciones histológicas mediante microscopía virtual. En algunas prácticas también se realiza la visualización y análisis de micro-

grafías electrónicas para la comprensión de la ultraestructura de objetivos concretos. La primera práctica necesita de un tiempo adicional que se emplea para la explicación del *modus operandi* de las prácticas de aula: explicación y presentación del microscopio virtual que se utilizará (Universidad de Michigan: virtual microscope (<http://histology.medicine.umich.edu/>; Universidad de New York: virtual microscope (<https://virtualmicroscope.iime.cloud/>), u otro) y explicación de cómo se llevará a cabo la entrega del trabajo que el grupo realizará en cada práctica a través de eGELA, así como los criterios para su evaluación.

3. Los alumnos y alumnas en grupos de 3 o 4, previamente establecidos por el profesorado, de manera autónoma y cooperativa, visualizan las preparaciones histológicas mediante el microscopio virtual y/o las micrografías ya seleccionadas por el grupo docente. Tras discutir y tomar decisiones en función del guión de la práctica, realizan captura de pantalla de los objetivos que aparecen detallados en el guión y mediante un programa de presentación (tipo ppt o inskape) o de procesador de textos (tipo Word) o de edición de imagen (tipo gimp), etc. dándoles total libertad en este aspecto, señalan los objetivos concretos en cada una de las imágenes capturadas.
4. Una vez terminada la tarea, recordamos que tienen otras dos horas de trabajo autónomo que les servirán para finalizar el entregable, todos los miembros del grupo validan la entrega a través de la plataforma eGELA, dentro del tiempo establecido por el o la docente. El período establecido para la entrega no siempre será el mismo: se estima en función de la carga de trabajo que puedan tener en otras asignaturas; incluso se puede reabrir la opción de entrega en eGELA como algo excepcional, si los propios alumnos y alumnas lo solicitaran.
5. Una vez cerrada la entrega, el profesor o la profesora corrige los trabajos y a través de la propia plataforma informa a cada grupo de la calidad del trabajo entregado. Se reabrirá la entrega a los trabajos deficientes, en cuyo caso se les indica cuáles son los objetivos erróneos y/o qué debe ser completado, modificado o cualquiera que sea el déficit que tenga el trabajo entregado. El tiempo permitido para la corrección de la tarea en este caso será más limitado y de igual manera que con la primera entrega, se les realiza una valoración de la tarea corregida.

En la siguiente sesión se resuelven posibles dudas que no hayan sido aclaradas.

En las seis sesiones de prácticas de aula se realizó la metodología anteriormente expuesta y una vez finalizó el curso, se repartió una encuesta entre el alumnado para valorar el grado de satisfacción de diferentes aspectos relacionados con lo trabajado y lo aprendido en dicha modalidad docente en los diferentes grupos. En la misma aparecían 10 ítems que el alumnado valoraba del 1 al 3, donde 1 es poco satisfecho/a y 3 es muy satisfecho/a.

**HISTOLOGIA MEDIKO BEREZIA 2017-2018 ikasturtea**

Erantzun hurrengo galdetgia, zintzotasunez mesedez, irakasgaiaren planteamendua hobetzeko baita. Borobildu esaldiarekin gehien egokitzen den aukera. 1: ez nago batere ados, 2: nahiko ados nago, 3: guztiz ados nago.

1.- Irakasgaia itxaroten nuenarekin bat dator	1	2	3
2.- Termino histologikoak ulertzea erreza izan da	1	2	3
3.- Teoriatik praktikara pasatzea erraztasunez egiten dut	1	2	3
4.- Praktikak kontzeptu teorikoak ulertzeko ezinbestekoak dira	1	2	3
5.- Erraz ulertzen ditut argazki histologikoak	1	2	3
6.- Taldeka lan egitea oso aberasgarria da	1	2	3
7.- Ondo moldatu naiz mikroskopio birtualarekin	1	2	3
8.- Irakurgaiak interesgarriak izan dira	1	2	3
9.- Irakurgaiak baliagarriak izan dira kontzeptuak finkatzeko	1	2	3
10.- Gela-praktiketan lan egiteko era gustatu zait	1	2	3

Gela-praktiketan erabili dugun dinamikatik zer hobetuko/aldatuko zenuke?

---



---



---

Mila esker zure laguntzagatik,

*Histologiako irakasleak*

**Figura 1**

Items que valoró el alumnado una vez finalizaron las sesiones de prácticas de aula. 92 alumnos y alumnas contestaron a la encuesta: 39 en el grupo 32 y 53 en el grupo 31

## Resultados y discusión

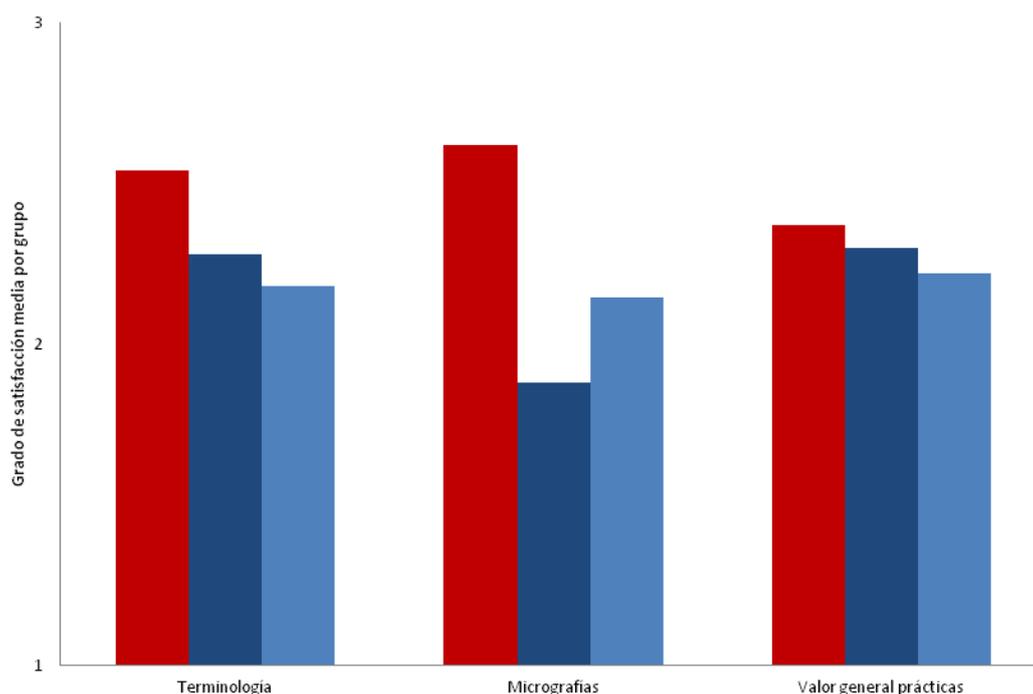
La modalidad docente de práctica de aula se emplea para realizar tareas con un componente práctico y aplicado, que fomente el aprendizaje autónomo y cooperativo.

Las características principales de esta estrategia didáctica, como ya ha sido comentado, serían el papel activo que se le otorga al alumnado, la posibilidad de trabajar de forma cooperativa y la motivación intrínseca.

La modalidad docente de práctica de aula supone el 10% de la nota final en la asignatura de histología médica especial, constituyendo una parte de la evaluación continua de la asignatura. Además, el trabajo en el aula en estas modalidades docentes es realmente importante y valioso, puesto que da pie a integrar conceptos y a corregir errores conceptuales que en las clases magistrales no suelen vislumbrarse. Es imprescindible que los alumnos y alumnas acudan a estas modalidades docentes y participen activamente de ellas.

Se han analizado las calificaciones teóricas y prácticas, las valoraciones de cada ítem de las encuestas (de 1-3), al que respondieron un total de 92 alumnos y alumnas y se han cruzado los datos calificativos y subjetivos. En general, se ha comprobado que el alumnado ha sido parte activa en su proceso de aprendizaje.

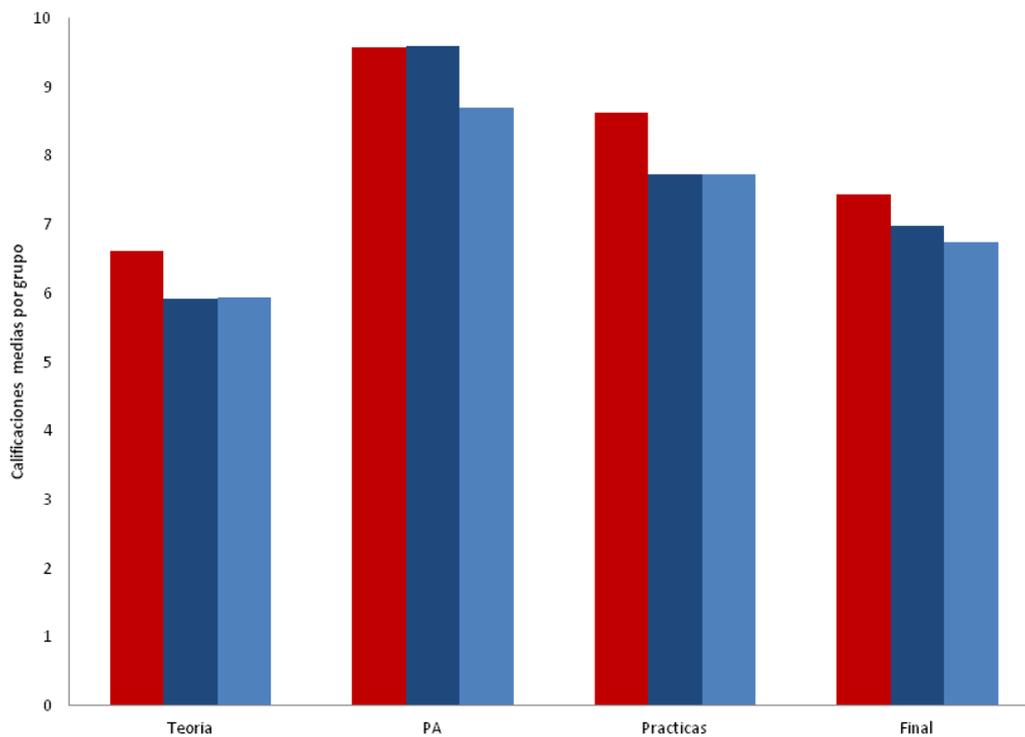
A continuación se discuten los resultados obtenidos tras analizar las respuestas a las preguntas en que se les pide que opinen acerca del potencial formativo de las dinámicas realizadas en las prácticas de aula dentro de las encuestas de satisfacción facilitadas al alumnado. Consideran que las tareas realizadas en dicha modalidad docente les han ayudado a comprender conceptos teóricos, con una media entre grupos de 2,33 (de 1-3). Asimismo, piensan que el trabajo realizado ha sido beneficioso para entender el significado histológico a la hora de analizar imágenes histológicas, con una media entre grupos de 2,21 (de 1-3). Por último, tienen la impresión de que las dinámicas realizadas en su conjunto han sido favorecedoras, interesantes y valiosas en el proceso de aprendizaje de la histología especial, con una media entre grupos de 2,30 (de 1-3) (Fig. 2). Recordemos que dos de los grupos prácticos 31.1 y 31.2, con 33 alumnos y alumnas cada uno de ellos, salen de un único grupo teórico más voluminoso de 66 estudiantes y que el otro grupo práctico 32, de 45 alumnos y alumnas, mantiene su tamaño constante en las clases magistrales. Al analizar este aspecto, vemos la tendencia a valorar sistemáticamente de manera más positiva en el grupo 32, que se mantiene compacto tanto en las clases teóricas como en las prácticas de aula, mientras que los otros dos grupos, que son subgrupos de un grupo teórico más voluminoso que se secciona en las prácticas de aula, valoran de manera menos positiva el carácter formador de la modalidad docente en estudio.



**Figura 2**

Gráfico que muestra el grado de satisfacción media por grupos, valorado de 1 a 3, en cuanto a los conocimientos adquiridos en las Prácticas de Aula: conceptos y términos (terminología), capacidad de comprensión a la hora de analizar imágenes (micrografías) y en general el valor subjetivo de las Prácticas de Aula a la hora de adquirir las competencias que se exigen para superar la asignatura (Valor general prácticas). Grupo 32 rojo, grupo 31.1 azul oscuro, Grupo 31.2 azul claro

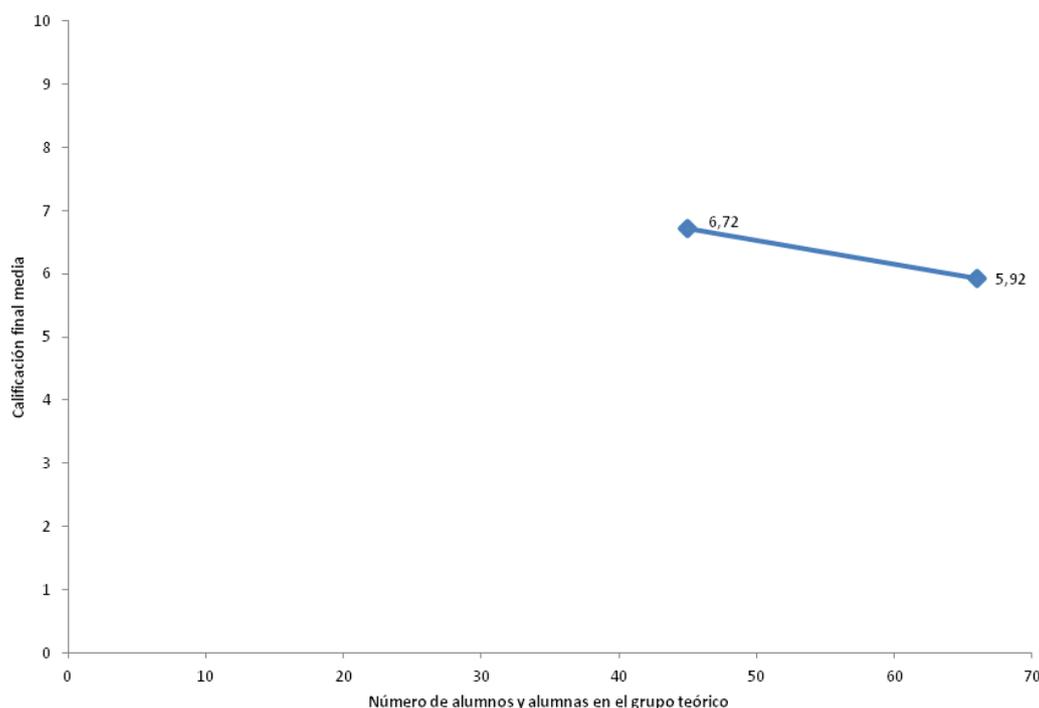
Al analizar las calificaciones obtenidas en las diferentes evaluaciones, observamos que la tendencia es de notas más altas en el grupo pequeño y compacto; el grupo 32. En el examen final tipo test en que se evalúan los conceptos teóricos de la asignatura se obtiene una nota media en torno al 6,7, mientras que en los subgrupos del grupo 31 la nota media no llega a un 6 (5,91 en el 31.1 y 5,93 en el 31.2). En el examen práctico en que se evalúan conceptos prácticos de análisis de objetivos en preparaciones histológicas mediante el microscopio óptico y mediante imágenes proyectadas, observamos que la tendencia es la misma, la nota media del grupo pequeño es de casi un 9, mientras que la nota media de los subgrupos del 31 no llega a un 8 (7,72 en el grupo 31.1 y 7,73 en el grupo 31.2). Así, el porcentaje de superación de la asignatura en el grupo 32, de 45 estudiantes, es del 88,9% con una nota media final de 7,43 sobre 10 y en el grupo 31, de 66 estudiantes, 84,8% del alumnado ha aprobado la asignatura con una nota media final de 6,86 sobre 10 (Fig. 3).



**Figura 3**

Gráfico que muestra las notas medias por grupos obtenidas en las calificaciones de los diferentes apartados evaluados en la asignatura de 0 a 10: examen teórico (Teoría), Prácticas de Aula (PA), Examen práctico (Prácticas) y nota final obtenida en la asignatura (Final). Grupo 32 rojo, grupo 31.1 azul oscuro, Grupo 31.2 azul claro

Cuando examinamos las calificaciones de nuestros alumnos y alumnas de la asignatura histología médica especial, observamos la tendencia de que al aumentar el volumen del grupo teórico disminuye la calificación media (fig. 4). Curiosamente, este mismo hecho se observa al analizar los datos subjetivos en cuanto al grado de satisfacción del alumnado en los diferentes grupos. Así, vemos una tendencia a mostrar opiniones más positivas directamente proporcional a la calificación final que han obtenido en la asignatura e inversamente proporcional al número de estudiantes del grupo teórico.



**Figura 4**

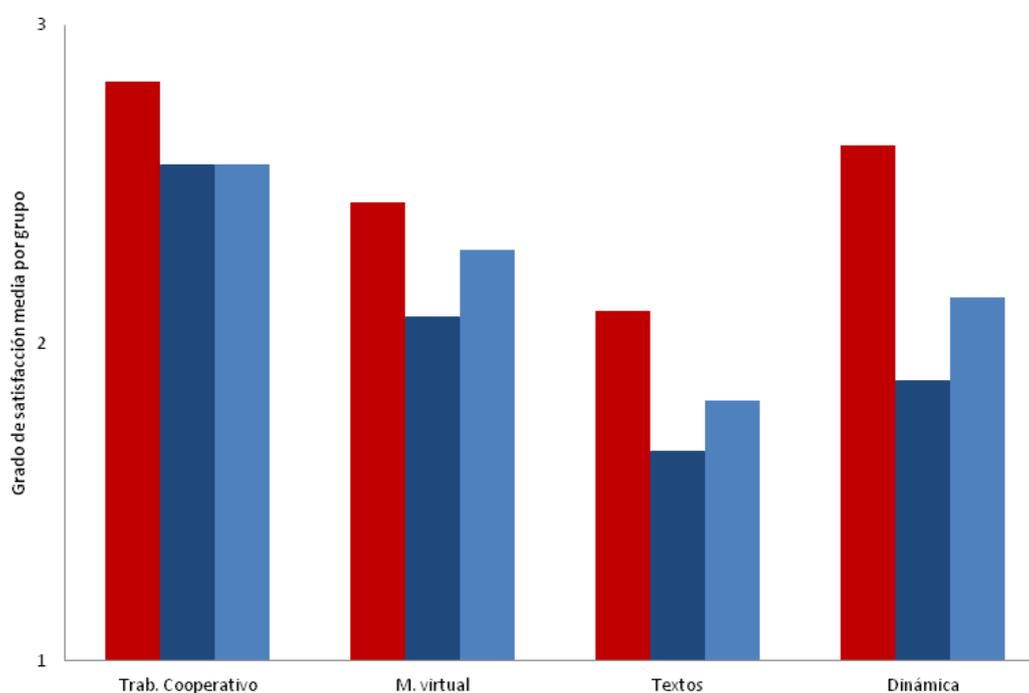
Gráfico en el que se muestra la relación entre la nota final media y el número de alumnado por grupo. Eje vertical indica la nota media del grupo de 0-10, eje horizontal indica el número de alumnado por grupo teórico

Por último, al analizar el grado de satisfacción del alumnado con las diferentes dinámicas propuestas en las prácticas de aula, vemos que sistemáticamente el grupo pequeño valora nuevamente mejor los diferentes aspectos de las sesiones de prácticas de aula. En general, observamos, con una media entre grupos de 2,56 (de 1-3), que se sienten motivados al plantearles tareas para realizar de manera cooperativa, y también bastante positivos con el empleo de la microscopía virtual, con una valoración media general de 2,29 (de 1-3). La parte peor valorada es la correspondiente al análisis de textos científicos o de divulgación, con una media entre grupos de 1,86 (de 1-3), este hecho se debe, muy probablemente, a que se trata de la parte de trabajo autónomo y no presencial y a pesar de requerir también trabajo colaborativo, con el que están a favor, pesa más el hecho de que deba realizarse en su totalidad en horas no presenciales y subjetivamente no les estimula tanto como el resto de actividades. No obstante, la satisfacción general del alumnado con la metodología empleada en las prácticas de aula fue notable, con una media entre grupos de 2,21 (de 1-3) (Fig. 5).

Gragera y cols. (2018) consideran que la generación del conocimiento de la histología pasa por un aprendizaje compartido y un trabajo colaborativo que exige la conjugación equilibrada entre lo cognitivo, lo emocional, y grandes dotes de habilidades sociales y que el aprendizaje no está solo en los contenidos sino en las interacciones que se producen alrededor de ellos. Por otra parte, tal y como ya se ha venido contrastando en otras Universidades, el empleo de la microscopía virtual favorece un aprendizaje autónomo, colaborativo,

dinámico e interactivo de la histología en el grado de Medicina, así como en otros grados biosanitarios, con un enorme éxito tanto en resultados de aprendizaje, como entre el propio alumnado (Madrid y cols., 2013; Lopez y Larrán, 2014; De Juan y cols., 2015a; De Juan y cols., 2015b). De esta manera, nuestra experiencia, basada en el trabajo colaborativo y en el aprendizaje constructivista, estaría siendo una experiencia de aprendizaje enriquecedora, intensa y tal y como muestran los datos calificativos, que favorece el éxito del proceso de enseñanza-aprendizaje. No obstante y a pesar de que nuestros datos parecen interesantes, es obligado remarcar como se trata de un estudio preliminar, puesto que únicamente se ha evaluado un curso académico.

Es interesante remarcar, así mismo, como todos los ítems fueron mejor valorados en el grupo teórico pequeño (32) que en el grupo teórico grande (31) (Fig. 2 y 5).



**Figura 5**

Gráfico que muestra el grado de satisfacción media por grupos, valorado de 1 a 3. Se valora el trabajo cooperativo, las dinámicas de microscopía virtual, las dinámicas de comprensión de textos científicos y en general la modalidad de Práctica de Aula realizada (Dinámica). Grupo 32 rojo, grupo 31.1 azul oscuro, Grupo 31.2 azul claro

## Conclusiones

Las observaciones realizadas en este estudio, nos permite obtener las siguientes conclusiones:

1. La metodología empleada en las prácticas de aula ha sido positivamente valorada por el alumnado y favorece a obtener las competencias del curso.
2. El alumnado valora de manera especialmente positiva el trabajo cooperativo y el empleo de la microscopía virtual.
3. Los resultados obtenidos, aunque preliminares, nos permiten especular acerca de la importancia que puede tener el número de estudiantes por aula en las clases magistrales, de manera que el sentimiento de grupo puede afectar al grado de optimismo y a la motivación y su efecto traducirse en mejores calificaciones y en definitiva en mayor éxito en el proceso de aprendizaje.

## Bibliografía

- Bain K. Lo que hacen los mejores profesores de Universidad. Ed. *Universitat de Valencia*, 2007.
- Campos, A. Objetivos conceptuales y metodológicos de la investigación histológica. FEM. *Revista de la Fundación Educación Médica*, 2004, 7 pp: 36-40. ISSN 2014-9832.
- De Juan J, Girela JL, Pérez-Cañaveras RM, de Juan A. Aprendizaje de imágenes histológicas utilizando un microscopio virtual: metodología y opinión de los alumnos y alumnas. XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. *Universidad de Alicante*, 2015a pp: 805-814.
- De Juan J, Pérez-Cañaveras RM, Girela JL, Martínez-Ruiz N, Soto JL, Castillejo A, Soto C, Torrus D, Romero A, Herrero J, Martínez A y Ten J. Reflexiones sobre el aprendizaje de la histología en biología y en ciencias de la salud. J. XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. *Universidad de Alicante*, 2015b pp: 2283-2296.
- De Miguel Díaz M, Alfaro Rocher IJ, Apodaca Urquijo P, Arias Blanco JM, García Jiménez E, Lobato Fraile C y Pérez Boullosa A. Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Ediciones Universidad de Oviedo*, 2006 I.S.B.N.-10: 84-8317-546-0.
- Gragera RR, Asenjo AL, Casas F, Francisco C, Gigante C, Gómez JL, Hernández LM, Lozano JM<sup>a</sup>, Cuesta D, Calleros L, Saura M y Martín A. ¿Es posible otra forma de docencia en histología? Hacia un cambio metodológico en la docencia de la histología. Estrategias para la enseñanza de histología en el siglo XXI. Edit. SEHIT, 2018 pp: 33-50.
- González J y Wagenaar R editores. La contribución de las universidades al Proceso de Bolonia. *Universidades de Deusto y de Groningen*, 2006.
- <http://histology.medicine.umich.edu>.
- <https://virtualmicroscope.iime.cloud/>.
- Lopez A y Larrán J. Use of virtual microscopy to promote Histology learning. Microscopy: advances in scientific research and education. *Méndez-Vilas A, Ed.* 2014, pp: 1210-1213.
- Madrid JF, Avilés M, Martínez-Menarguez JA, Pastor LM, Martínez-Alonso E, Jiménez-Movilla M, Izquierdo-Rico MJ, Beltrán E, Seco V and Ferrer C. The use of the virtual microscope as a tool for the histology teaching in medicine. A two year experience. *SEHIT 2013 meeting*.

Prieto L (Edit.) La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje. Barcelona: *Octaedro* 2007, 11: 117-132. ISBN: 978-84-8063-924-8.

Riesco M. El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje. *Ed. Universidad Autónoma de Madrid*. Departamento de Didáctica y Teoría de la Educación 2008, 13: 79-105.

Yorke M. Formative assessment in higher education: moves towards theory and enhancement of pedagogic practice. *Higher Education* 2003, 45: 477-501.

## Capítulo 6

# Utilización del Smartphone y de Facebook como herramientas de aprendizaje para la enseñanza práctica de Histología

Yaiza Potes<sup>1,2</sup>, Juan Carlos Bermejo-Millo<sup>1,2</sup>, Ana Coto-Montes<sup>1,2</sup>, Beatriz Caballero<sup>1,2</sup>, Ignacio Vega-Naredo<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Morfología y Biología Celular, Facultad de Medicina, Universidad de Oviedo, Oviedo, Spain

<sup>2</sup> Instituto de Investigación Sanitaria del Principado de Asturias (ISPA), Oviedo, Spain

**Resumen:** La comprensión de la estructura tridimensional de los tejidos a partir de imágenes bidimensionales se logra sólo después de la observación de muchas preparaciones histológicas. Sin embargo, durante las sesiones prácticas no hay tiempo suficiente para la observación de un gran número de preparaciones diferentes. Como una posible solución nos planteamos introducir una nueva metodología docente que incluya el uso del Smartphone y las redes sociales en las prácticas de laboratorio que posibilite la observación de un mayor número de imágenes histológicas. Con este planteamiento, las/los estudiantes de los grados en Biología y Odontología capturaron imágenes de las secciones histológicas utilizando sus dispositivos móviles y las compartieron en Facebook. El profesorado ayudó a los estudiantes a identificar estructuras, reconocer los mejores campos para ser fotografiados y orientó la discusión y selección de imágenes en Facebook. Además, se testó la sustitución del cuaderno clásico de dibujo por un cuaderno digital en el que se incluían las imágenes tomadas con los dispositivos móviles. Se evaluó el rendimiento académico con un examen práctico entre el alumnado participante y no participante y se realizó una encuesta de satisfacción. La implementación de esta metodología incrementó el rendimiento académico y la encuesta de satisfacción indicó un mayor grado de motivación en el alumnado que utilizó esta metodología para realizar un cuaderno digital.

---

\* Dirección de correspondencia a: Ignacio Vega Naredo. Departamento de Morfología y Biología Celular, Facultad de Medicina, Universidad de Oviedo, Av. Julián Clavería 6, 33006, Oviedo, Spain. Tel.: +34 985102784. Fax: +34 985103618. Email: [vegaignacio@uniovi.es](mailto:vegaignacio@uniovi.es) – <https://orcid.org/0000-0003-1993-6725>.

**Conclusión:** La introducción de las tecnologías de la información y la comunicación en las prácticas de laboratorio de Histología favorece el aprendizaje de los contenidos e incrementa la motivación del alumnado.

**Palabras clave:** Smartphone; Facebook; cuaderno digital; histología; aprendizaje autónomo y colaborativo.

**Abstract:** The three-dimensional structure of tissues from two-dimensional images can only be understood after the observation of several histological preparations. However, there is not enough time for the observation of many different histological specimens during the practical laboratory work. In order to allow the observation of a greater number of histological images, we decided to use a new teaching methodology that includes the use of Smartphones and social networks in practical laboratory work. Thus, the students of the Biology and Odontology degrees captured images of the histological sections using their smartphones and shared them in Facebook. The lecturer helped the students in the identification of structures and in the recognition of the best areas to be photographed and guided the discussion and the selection of images on Facebook. In addition, the replacement of the classic drawing notebook with a digital notebook including the images taken with the mobile devices was also tested. Academic performance was assessed with a practical exam between the participating and non-participating students, and students' attitude was evaluated using a survey. We have observed that the implementation of this methodology increased the academic performance and the student attitude surveys indicated a higher degree of motivation in the students who completed the digital notebook. We can conclude that the introduction of information and communication technologies in Histology laboratory sessions favours the learning of the contents and increases student motivation.

**Keywords:** Smartphone; Facebook; digital notebook; histology; autonomous and collaborative learning.

## Introducción

La histología es una asignatura de formación básica en diferentes grados, incluyendo los grados en Biología y en Ciencias de la Salud. Su objeto es el estudio de la estructura microscópica de animales y plantas, así como de la relación entre la morfología de dichas estructuras y su función. Para alcanzar ese objetivo, la enseñanza de la histología se basa en la transmisión de conocimientos en la clase teórica mediante el uso de fotografías de microscopía y en la observación e interpretación de preparaciones histológicas con ayuda de un microscopio en las prácticas de laboratorio.

La comprensión de estructuras tridimensionales a partir de imágenes bidimensionales solo se logra tras la observación repetida de un gran número de preparaciones histológicas con la supervisión del profesorado. Sin embargo, durante las prácticas de laboratorio no se dispone del tiempo suficiente para la interpretación de un gran número de imágenes diferentes con distintos ángulos de corte y tinciones. Además, durante dichas sesiones tradicionales con el microscopio, las alumnas y alumnos, guiados por el profesorado, dibujan y señalan en su cuaderno de prácticas cada una de las estructuras objeto de estudio, reduciendo con ello el tiempo dedicado al análisis de un mayor número de preparaciones histológicas. Por tanto, es necesaria una nueva estrategia que permita al alumnado interpretar un mayor número de las imágenes histológicas que les permita jerarquizar y construir un razonamiento profundo para comprender la estructura tridimensional de los tejidos. Para ayudar en este proceso, se ha propuesto el uso de métodos activos de enseñanza vía web (Braun y cols., 2008) como los manuales interactivos que mejoran el aprendizaje de la histología (Khalil y cols., 2013).

Durante los últimos años, el uso de las redes sociales y de teléfonos inteligentes con dispositivos fotográficos y acceso a internet se ha generalizado enormemente, especialmente entre la población más joven, generando una problemática y discusión entre el profesorado sobre el uso de dichos dispositivos en el aula. Sin embargo, las actividades que suponen la realización de tareas que implican la participación activa del alumnado despiertan la motivación y parecen producir un mayor rendimiento académico (Holaday y cols., 2013). Teniendo en cuenta estas consideraciones nos hemos propuesto diseñar una nueva situación de aprendizaje para las prácticas de laboratorio con el fin de implicar activamente al alumnado favoreciendo el aprendizaje colaborativo. Hemos permitido a los alumnos y alumnas capturar imágenes, mediante su dispositivo móvil, de las secciones histológicas que observan por el microscopio para compartirlas en un grupo creado al efecto por el profesorado en la red social Facebook, posibilitando así la difusión de dichas imágenes entre sus compañeras y compañeros y el establecimiento de discusiones y debates en dicha red social. Nuestro papel como docentes es orientar al alumnado durante la identificación de las estructuras objeto de estudio, reconocer los mejores campos para ser fotografiados y orientar la discusión en Facebook. A su vez, también nos hemos planteado testar la utilidad de esta metodología a la hora de sustituir el clásico cuaderno de prácticas por un cuaderno digital en el que los alumnos y alumnas tomen las fotografías de los campos más apropiados, las compartan en Facebook como herramienta de aprendizaje colaborativo y las modifiquen y maqueten de forma que construyan un cuaderno-atlas histológico con los contenidos propios de la asignatura. Al usar esta metodología pretendemos que cada estudiante integre mejor la asignatura y que, al tener mayor libertad para aprender autónomamente, piense de forma más crítica aumentando la motivación y la colaboración con compañeros y compañeras.

## Métodos

Para testar la utilidad de la incorporación de los dispositivos móviles y de Facebook como herramientas de aprendizaje colaborativo en las prácticas de laboratorio de Histología utilizamos al alumnado de la asignatura Biología Celular e Histología del Grado en Biología de la Universidad de Oviedo del curso 2016/2017. La participación de los alumnos y alumnas fue voluntaria de forma que, de entre los y las que se presentaron al examen de prácticas, 67 de ellos participaron mientras que 37 no lo hicieron ( $N = 104$ ).

En cada sesión práctica, los y las participantes observaron sus preparaciones con el microscopio, tomaron imágenes de las estructuras que se piden en el guion de prácticas utilizando sus dispositivos móviles y dibujaron dichas estructuras en su cuaderno de prácticas. Los y las estudiantes no participantes únicamente observaron sus muestras por el microscopio y las dibujaron en su cuaderno de prácticas. Para cada grupo de prácticas se creó un grupo cerrado de Facebook en el que sus componentes (el estudiantado participante) compartieron dichas imágenes para discutir las y seleccionarlas con el objetivo de crear una colección de imágenes que sirviese como guía de estudio. De esta forma, en el laboratorio el alumnado dedica más tiempo al desarrollo de las habilidades técnicas de manejo de microscopio y de toma de fotografías que le serán de gran ayuda para su futuro profesional. Es decir, utilizamos una modificación de la metodología de clase inversa en la que los deberes y tareas se hacen en el aula y la teoría se aprende en casa por medio del aprendizaje colaborativo, la resolución de dudas y las discusiones generadas en el grupo de Facebook. Sin embargo, dimos un paso más ya que en la clase inversa el profesorado proporciona los materiales necesarios para estudiar fuera de clase, mientras que en nuestro caso el profesorado da las orientaciones tecnológicas necesarias para la obtención de dichos materiales.

La evaluación del aprendizaje fue determinada mediante un examen escrito de prácticas en el que las y los estudiantes tenían que describir de forma detallada dos preparaciones, seleccionadas de forma aleatoria de entre las estudiadas en las sesiones prácticas, utilizando un microscopio (66% de la calificación total) y contestar cinco preguntas breves sobre imágenes histológicas proyectadas en una pantalla (33% de la calificación total). La calificación máxima de este examen fue de 10 puntos y para superar la prueba fue preciso obtener al menos 5 puntos. Se comparó el rendimiento académico de los alumnos y alumnas participantes con el del alumnado no participante. Además, también comparamos los resultados con el desempeño académico del estudiantado (no participantes) de cursos anteriores (2014/2015 y 2015/2016) que realizaron en su momento un examen práctico con las mismas características.

Para comprobar la utilidad de esta nueva metodología a la hora de sustituir el cuaderno tradicional de prácticas por un cuaderno digital utilizamos al alumnado de la asignatura Fisiología, Histología e Inmunología Aplicadas a la Odontología del Grado en Odontología de la Universidad de Oviedo del curso 2017/2018. Los alumnos y alumnas de esta asignatura se dividen en dos grupos para las prácticas de laboratorio correspondientes a la parte de Histología Aplicada a la Odontología ( $N = 26$ ). Con uno de los grupos (PL1,  $n = 14$ ) se empleó la metodología clásica (observación de las muestras con el microscopio y realización de dibujos en el cuaderno tradicional de prácticas) mientras que con el otro grupo (PL2,  $n = 12$ ) se empleó la nueva metodología: En cada sesión práctica, cada estu-

dian­te debía tomar al menos una imagen de cada una de las estructuras explicadas al inicio de la sesión. Esas imágenes posteriormente se subían a un grupo cerrado de Facebook creado por el profesorado en el que se debían establecer discusiones para seleccionar las mejores imágenes. Cada estudiante modificó las imágenes propias, junto con las seleccionadas de otros compañeros y compañeras en el grupo de Facebook, mediante programas de edición de imágenes (Photoshop, Power Point, etc...) para indicar/señalar el nombre de las estructuras relevantes, con el objetivo último de construir un cuaderno digital que fue entregado al docente a través del campus virtual al finalizar todas las prácticas. De esta forma, en el laboratorio cada estudiante dedicó más tiempo a la observación e interpretación de imágenes y al desarrollo de las habilidades técnicas de manejo de microscopio, selección de campos y toma de fotografías.

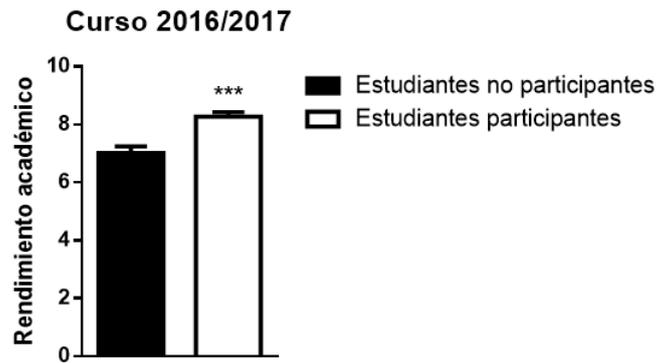
La evaluación del aprendizaje fue determinada siguiendo la misma metodología descrita anteriormente, mediante la realización de un examen escrito de prácticas. Además, se realizó una encuesta de satisfacción a través de la aplicación «Formularios de Google». En dicha encuesta se utilizó una escala valorativa para medir variables no cognitivas como son el interés y las preferencias y actitudes frente al tipo de enseñanza, las condiciones físicas y el aprendizaje de las prácticas. Las y los estudiantes respondieron eligiendo entre una escala graduada y ordenada, siendo 1 en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo. Este tipo de encuesta tiene la ventaja de que las personas exponen su postura de una manera más precisa. Además, también se incluyó un cuestionario formado por cinco elementos, no necesariamente relacionados entre sí, cuyas opciones de respuesta no están ordenadas ni graduadas con el fin de obtener una mayor información acerca del alumnado, de la metodología y del entorno de aprendizaje. La encuesta fue voluntaria de forma que respondieron 12 estudiantes del PL1 y 9 del PL2.

### **Análisis estadístico**

Los datos se muestran como los valores medios  $\pm$  error estándar y fueron analizados mediante una prueba t o mediante un ANOVA de un factor, seguido de una prueba post hoc de Bonferroni. Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significativas cuando  $p < 0,05$ . Se comparó además la distribución de los datos mediante un diagrama de cajas.

### **Resultados**

Los resultados obtenidos en el curso 2016/2017 revelaron que los y las estudiantes participantes de Biología Celular e Histología que utilizaron el smartphone y Facebook como herramientas de aprendizaje obtuvieron una mayor calificación media en el examen práctico respecto a la obtenida por el alumnado no participante ( $p < 0.001$ ) (Fig. 1). Además, el porcentaje de estudiantes que obtuvieron una calificación superior a 7 fue del 51% en el grupo de estudiantes no participantes, mientras que, en el grupo de estudiantes participantes, dicho porcentaje ascendió al 85%. Estos indicadores demuestran el beneficio del uso de estas nuevas tecnologías para mejorar y aumentar el aprendizaje de la histología.

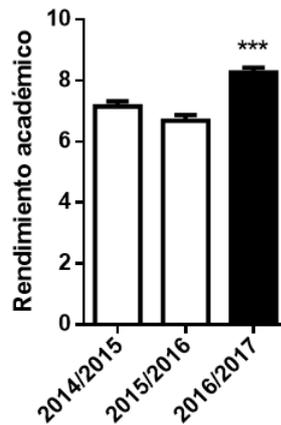


**Figura 1**

Efecto de la introducción del Smartphone y de las redes sociales como herramientas para favorecer el aprendizaje en las prácticas de laboratorio de Histología. Comparación de las calificaciones (media ± error estándar) del examen práctico, como indicador de rendimiento académico, entre estudiantes del curso 2016/2017 participantes y no participantes.  
\*\*\*  $p < 0.001$

Al comparar las calificaciones en el examen práctico de estudiantes participantes con las calificaciones obtenidas por los y las alumnas de años anteriores, en los que se aplicó la metodología clásica (2014/2015 y 2015/2016), observamos nuevamente que el grupo en el que se utilizó la nueva metodología muestran un mayor rendimiento académico, confirmando el éxito de la introducción de estas técnicas (Fig. 2).

**Comparación con cursos anteriores**



**Figura 2**

Comparación del rendimiento académico entre alumnado participante del curso 2016-2017 y alumnado (no participante) de cursos precedentes. Los datos se muestran como media ± error estándar.  
\*\*\*  $p < 0.001$

El análisis de la distribución de los datos corrobora esta tendencia. Así, como se puede observar en el diagrama de cajas mostrado en la figura 3, la calificación mínima, la mediana y los cuartiles Q1 y Q3 aumentaron en el grupo de estudiantes participantes. De hecho, es

necesario destacar que la dispersión de los datos es menor en el grupo de estudiantes participantes, concentrándose el rango intercuartílico Q3-Q1 (50% de los casos) en la zona alta de las calificaciones, con calificaciones superiores a 7.

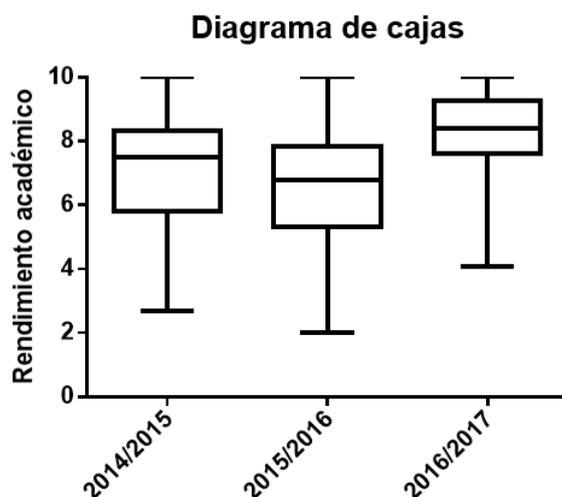


Figura 3

Diagrama de cajas basado en cuartiles mediante el cual se visualiza la distribución de los datos (calificaciones) en el grupo de estudiantes participantes del curso 2016/2017 y en los grupos de estudiantes (no participantes) de los cursos precedentes 2014/2015 y 2015/2016

Los resultados obtenidos en la asignatura Histología Aplicada a la Odontología en el curso 2017/2018 mostraron que el grupo de estudiantes a los que se les aplicó la nueva metodología (PL2) con el objetivo último de testar la utilidad de sustituir el cuaderno clásico por uno digital obtuvo una mayor calificación media en el examen práctico respecto a la obtenida por los alumnos y alumnas que utilizaron la metodología clásica (PL1) (Fig. 4). Este incremento en la calificación media en el grupo PL2 respecto al PL1 fue del 5,1%. Sin embargo, las diferencias entre ambos grupos no fueron significativas, probablemente debido al reducido tamaño muestral.

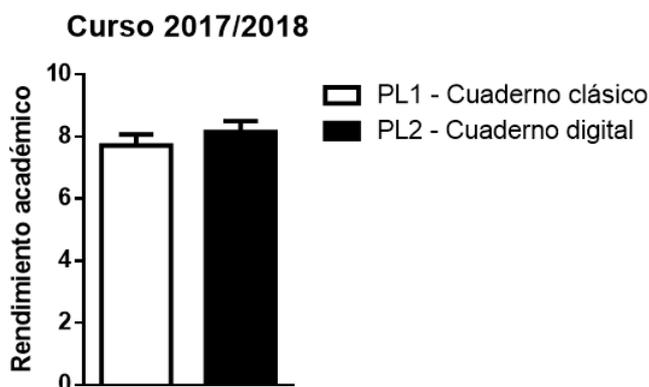
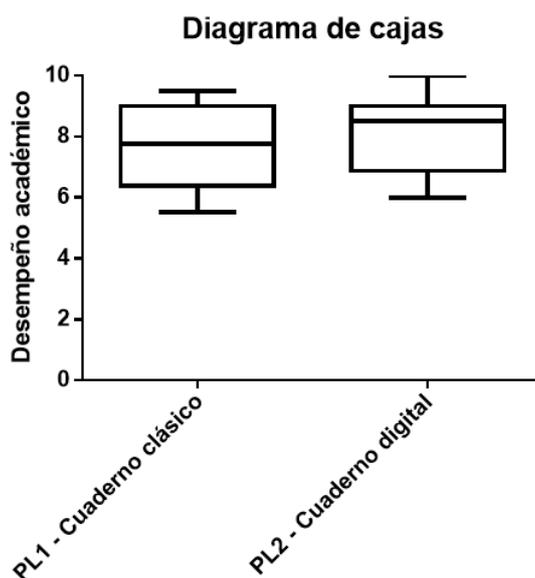


Figura 4

Comparación de las calificaciones del examen práctico, como indicador de rendimiento académico, entre los y las estudiantes del PL1 y los y las estudiantes del PL2. Los datos se muestran como media  $\pm$  error estándar

Por otra parte, el porcentaje de estudiantes que obtuvo una calificación superior a 7 fue del 64% en el grupo PL1 y del 75% en el grupo PL2. Este indicador demuestra el beneficio del uso de la nueva metodología para la mejora del aprendizaje de la parte práctica de la asignatura. El análisis de la distribución de los datos mediante un diagrama de cajas corrobora esta información. Así, como se puede observar en la figura 5, la calificación mínima, la mediana y los cuartiles Q1 y Q3 aumentaron en el grupo de estudiantes que utilizaron la nueva metodología. De hecho, es necesario destacar que en el grupo PL2, la dispersión de los datos es menor, concentrándose la mayor parte de los casos en la zona alta de las calificaciones.



**Figura 5**

Diagrama de cajas basado en cuartiles y mediante el cual se visualiza la distribución de los datos (rendimiento académico = calificaciones del examen práctico) en los alumnos y alumnas de los grupos PL1 y PL2

Los y las estudiantes de ambos grupos, PL1 y PL2, realizaron una encuesta de satisfacción para conocer el grado de satisfacción con la metodología de enseñanza. Los resultados obtenidos en la escala valorativa se muestran en la tabla 1 y manifiestan un alto grado de satisfacción, con puntuaciones superiores a 3,5 de un máximo de 5 puntos, en todos los aspectos relacionados con los parámetros analizados respecto al tipo de enseñanza, las condiciones físicas y el aprendizaje de las prácticas, en ambos grupos de prácticas. Sin embargo, cabe destacar que, aunque el grado de satisfacción general ante las condiciones físicas y ante el aprendizaje obtenido en las prácticas obtuvo una puntuación similar entre los dos grupos de estudiantes, el grado de satisfacción general con el tipo de enseñanza es mayor en el grupo que ha utilizado la nueva metodología (PL2) respecto al grupo que ha hecho el cuaderno tradicional de prácticas (PL1). A pesar de ello, la comparación entre grupos tampoco revela en este caso diferencias significativas. De estos resultados, cabe destacar que el grado de interés y el nivel de satisfacción con la explicación inicial de las tareas a realizar en cada sesión fueron mayores en el grupo de estudiantes en el que se utilizó la

nueva metodología (PL2). Así mismo, las actitudes frente al tipo de orientación y a la organización de las prácticas también mostraron mayor puntuación en el grupo PL2. Ello sugiere que la introducción de las nuevas tecnologías en las prácticas de laboratorio incrementa la motivación del alumnado.

Un aspecto interesante que destacar es que tanto la puntuación sobre la apreciación del uso de dibujos como la del uso de las nuevas tecnologías para completar el cuaderno fueron mayores en el grupo PL1. Por otro lado, los resultados sugieren que las y los estudiantes del PL2 se sienten más seguros cuando su cuaderno es corregido periódicamente mientras que las alumnas y alumnos del PL1 tienen una actitud más favorable frente al autoaprendizaje y la autoevaluación.

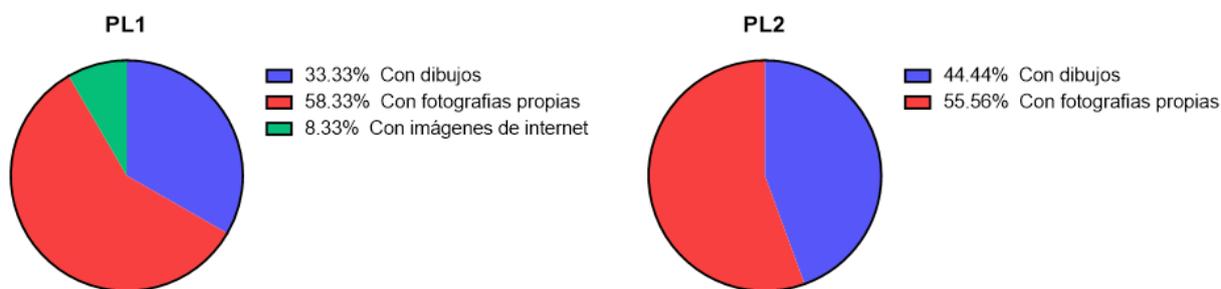
**Tabla 1**

Resultados de la encuesta de satisfacción

Pregunta →	Enseñanza						Condiciones físicas	Aprendizaje					
	Interés	Contenidos	Explicación inicial	Orientación	Organización de las prácticas	MEDIA enseñanza		Mediante dibujos	Mediante nuevas tecnologías	Autoaprendizaje y autoevaluación	Evaluación continua del cuaderno	MEDIA aprendizaje	
<b>Elección PL1</b>													
1						1			2				1
2						1		1	1				
3	1	2	5			1		1	1	2	1		4
4	7	3	4	6		7		6	3	2			2
5	4	7	3	6		2		10	2	7	9		5
N.º respuestas	12	12	12	12	12			12	12	12	12		12
Valor medio	4,25	4,42	3,83	4,50	3,67	4,13		4,58	3,42	4,42	4,67	3,83	4,08
<b>Elección PL2</b>													
1													
2						1			6				
3	1					2		1		2	1		
4	3	5	5	3		3		2		3	3		4
5	5	4	4	6		3		6	3	4	5		5
N.º respuestas	9	9	9	9	9			9	9	9	9		9
Valor medio	4,44	4,44	4,44	4,67	3,89	4,38		4,56	3,00	4,22	4,44	4,56	4,06

La información obtenida a partir de las respuestas del cuestionario también mostró aspectos interesantes relacionados con las preferencias de los y las estudiantes frente a la enseñanza de las prácticas. Cuando al alumnado se le pregunta cuál es su método preferido para completar el cuaderno de prácticas, independientemente del grupo en el que han realizado las prácticas, la respuesta mayoritaria es utilizando sus propias fotografías (Fig. 6). Sin embargo, los y las estudiantes del PL1 que han seguido la metodología clásica optaron preferentemente por un método de estudio guiado por el profesorado mientras que los del PL2, que han utilizado la nueva metodología, prefieren mayoritariamente un método de estudio autónomo (Fig. 7). Esto indica una preferencia por métodos de enseñanza que incluyen el manejo de dispositivos móviles y de las nuevas tecnologías y un aumento de la confianza en el autoaprendizaje y en la capacidad autónoma de resolver problemas en el alumnado que está utilizando este tipo de metodologías.

**Prefiero completar el cuaderno de prácticas:**



**Figura 6**

Gráficos circulares que representan las proporciones de alumnos y alumnas que prefieren completar el cuaderno con dibujos, con las fotos que han hecho con su Smartphone o con imágenes obtenidas de internet

**Me siento cómodo con un método de estudio:**

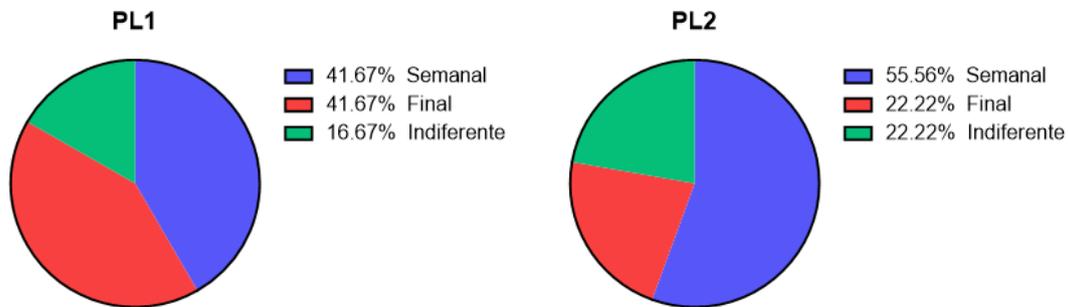


**Figura 7**

Gráficos circulares que representan las proporciones de los alumnos y alumnas que prefieren un método de estudio autónomo, dirigido por el profesorado o les es indiferente

Por otra parte, cuando a los y las estudiantes se les pregunta sobre el tipo de evaluación preferida del cuaderno de prácticas no observamos una preferencia clara entre una evaluación

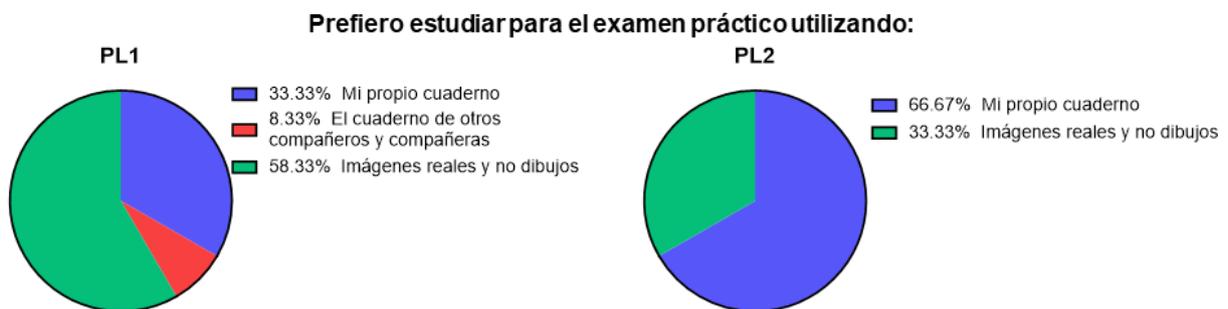
semanal o final de dicho cuaderno y, además, volvemos a apreciar un aumento de la preferencia por la evaluación continua entre el alumnado del PL2 que usa las nuevas tecnologías para completar su cuaderno respecto al del PL1 que hace dibujos (Fig. 8).



**Figura 8**

Gráficos circulares representando las proporciones de alumnos y alumnas que optan por los distintos tipos de evaluación del cuaderno de prácticas

Finalmente, preguntamos a los y las estudiantes por el material que prefieren utilizar para estudiar el examen práctico de la asignatura siendo las opciones disponibles: únicamente el cuaderno de prácticas, el cuaderno de prácticas de otros compañeros y compañeras e imágenes histológicas reales y no dibujos/esquemas. Los resultados obtenidos frente a esta cuestión en los dos grupos de prácticas se muestran en la figura 9 y muestran que los y las estudiantes del PL1, que realizaron su cuaderno con dibujos, prefieren mayoritariamente estudiar utilizando imágenes histológicas reales y no dibujos. Sin embargo, los alumnos y alumnas del PL2 optan preferentemente por utilizar su propio cuaderno de prácticas que en realidad son imágenes histológicas reales tomadas por el alumnado. Estos datos parecen indicar que, a la hora abordar el aprendizaje de las prácticas, la preferencia de las y los estudiantes por la nueva metodología de enseñanza es mayoritaria y aumenta su interés, motivación y rendimiento académico.



**Figura 9**

Gráficos circulares representando las proporciones de alumnos y alumnas que optan por utilizar para el estudio su propio cuaderno de prácticas, el cuaderno de otros compañeros y compañeras o imágenes histológicas reales y no dibujos

## Discusión

El uso de metodologías activas en la enseñanza de la Histología es objeto de intensa investigación e innovación educativa (García Irlés y cols., 2014) debido a la preferencia observada durante los últimos años por los recursos electrónicos interactivos respecto a las formas tradicionales de enseñanza (Holaday y cols., 2013). En nuestro primer estudio hemos comprobado que la aplicación de una nueva metodología docente basada en la incorporación del Smartphone y de las redes sociales como herramientas de aprendizaje colaborativo en la asignatura de Biología Celular e Histología del Grado de Biología durante el curso 2016-2017 produjo un incremento en el desempeño académico de las prácticas. Sin embargo, el bajo tamaño muestral del segundo estudio en el que se han utilizado alumnos y alumnas de Histología Aplicada a la Odontología del Grado en Odontología dificulta que podamos testar estadísticamente la utilidad de la implementación de un cuaderno digital frente al cuaderno clásico. Pese a ello, y en comparación con los cuadernos tradicionales entregados por los y las estudiantes del PL1, los alumnos y alumnas del PL2 construyeron unos cuadernos digitales que superaron ampliamente las expectativas iniciales del profesorado y algunos de ellos son excelentes guías de estudio. Pese a lo que pueda parecer en un primer momento, la realización de estos cuadernos digitales constituye una carga mayor de trabajo no presencial para el alumnado porque implica una mayor comprensión de la estructura del tejido objeto de estudio, lo que probablemente conduce al mayor rendimiento académico detectado.

A pesar de estos inconvenientes, hemos obtenido información relevante respecto a las actitudes de los y las estudiantes frente a este tipo de metodología docente y, por ello, la experiencia adquirida durante estos años respecto al uso en clase de los dispositivos fotográficos móviles y de las redes sociales nos permitirá mejorar este tipo de metodología en sucesivos cursos académicos.

En general, ambos estudios muestran que el empleo de una nueva metodología docente que incluye este tipo de aproximaciones aumenta el interés del alumnado de histología a la vez que aumenta su rendimiento académico en el examen práctico. En gran medida esto se debe a la disponibilidad de materiales para el autoaprendizaje que se generan durante la aplicación de esta metodología. De hecho, se ha demostrado la utilidad del empleo de estrategias de autoaprendizaje para la enseñanza de las prácticas de histología, habida cuenta del descenso de actividad presencial en algunos currículos de determinados estudios (Thompson y cols., 2017). En los dos estudios realizados observamos que los y las estudiantes suben una gran cantidad de imágenes al grupo de Facebook ya que aprecian la utilidad de la nueva metodología a la hora de preparar el examen práctico. Sin embargo, mantienen una reticencia a discutir y plantear dudas en el propio grupo de Facebook. Hemos detectado una falta de trabajo colaborativo durante las actividades online no presenciales probablemente debida a debilidades del uso de Facebook como plataforma con fines docentes. Necesitamos abordar esta cuestión de una forma más profunda para favorecer la socialización del aprendizaje y desarrollar las competencias de trabajo en grupo, comunicación y resolución de problemas. Por ello, se hace necesario introducir herramientas de trabajo colaborativo basadas en web y chat más apropiadas con el fin de mejorar el proceso de adquisición de conocimientos de forma colaborativa.

## Conclusiones

Aunque no se ha podido contrastar la utilidad de esta nueva metodología a la hora de sustituir el clásico cuaderno de prácticas por un cuaderno digital en el que los y las estudiantes tomen las fotografías de los campos más apropiados, las compartan en Facebook y las modifiquen y maqueten de forma que construyan un atlas histológico, la aplicación de esta estrategia en las asignaturas de Histología aumentó el rendimiento académico. Además, la encuesta de satisfacción reveló una mayor motivación en los alumnos y alumnas que seguían la nueva metodología respecto a los grupos de estudiantes que seguían la metodología tradicional. Estos resultados sugieren que la introducción de las nuevas tecnologías en las prácticas de laboratorio favorece el aprendizaje de los contenidos de las prácticas e incrementa la motivación del alumnado.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los Proyectos de Innovación Docente de la Universidad de Oviedo con referencia PAINN-16-015 y PINN-17-B-012. Vega-Naredo I. agradece el primer premio al Proyecto de Innovación Docente mejor valorado de la Universidad de Oviedo en la convocatoria del curso 2017-18.

## Bibliografía

- Braun MW y Kearns KD. Improved learning efficiency and increased student collaboration through use of virtual microscopy in the teaching of human pathology. *Anat Sci Educ* 2008, 1(6): 240-246.
- García Irlas M, Sempere Ortells JM, de la Sen Fernández ML, Marco de la Calle F, Vázquez Araújo B y Martínez P. La enseñanza de la Histología a través de metodologías activas. *Departamento de Biotecnología. Universidad de Alicante, 2014* URL: <https://web.ua.es/en/ice/jornadas-redes/documentos/2013-posters/335113.pdf>.
- Holaday L, Selvig D, Purkiss J y Hortsch M. Preference of interactive electronic versus traditional learning resources by University of Michigan medical students during the first year histology component. *Medical Science Educator* 2013, 23(4): 607-619.
- Khalil MK, Kirkley DL y Kibble JD. Development and evaluation of an interactive electronic laboratory manual for cooperative learning of medical histology. *Anat Sci Educ* 2013, 6(5): 342-350.
- Thompson AR y Lowrie DJ. An evaluation of outcomes following the replacement of traditional histology laboratories with self-study modules. *Anat Sci Educ* 2017, 10(3): 276-285.

## Capítulo 7

# Herramientas para fomentar el aprendizaje colaborativo del alumnado

Ana Coto Montes<sup>1,2</sup>, Juan Carlos Bermejo Millo<sup>1</sup>, Ignacio Vega-Naredo<sup>1,2</sup>,  
Yaiza Potes<sup>1,2</sup>, Beatriz Caballero<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento Morfología y Biología Celular, Facultad de Medicina,  
Universidad de Oviedo, Oviedo, España

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Biomédicas del Principado de Asturias (ISPA), Oviedo, España

**Resumen:** La Biología Celular e Histología es un pilar básico en la formación biosanitaria universitaria, y su componente práctico una parte fundamental para las competencias de la asignatura. Sin embargo, el alumnado presenta ciertas dificultades a la hora de elaborar el cuaderno de prácticas de la asignatura, el cual se considera un elemento clave para la superación del examen práctico. Con el objetivo de incrementar las competencias y resultados de aprendizaje de las prácticas de Biología Celular e Histología, y de mejorar el rendimiento académico final del alumnado del primer curso del grado de Fisioterapia, se ha planteado una dinámica grupal de gamificación basada en colorear plantillas de dibujo histológicas seleccionadas por el profesorado, que representan una preparación histológica de las que se observan durante las prácticas de laboratorio. Se ha considerado, al menos, dos tinciones diferentes de cada plantilla y 5 niveles de dificultad a superar en el juego. Cada nivel superado supuso un punto positivo y la superación de los 5 niveles un punto en la nota final del cuaderno de prácticas. El trabajo y aprendizaje colaborativo que se asocia a las dinámicas de gamificación propuestas ha conseguido una mejora importante en las competencias y resultados de aprendizaje de las prácticas de la asignatura. Podemos concluir que la técnica de gamificación propuesta ha conseguido incrementar significativamente el rendimiento académico final del alumnado en las prácticas de laboratorio de la asignatura de Biología Celular e Histología del grado de Fisioterapia.

**Palabras clave:** Gamificación; Histología; dinámica grupal; aprendizaje colaborativo.

---

\* Dirección de correspondencia a: Beatriz Caballero García. Departamento de Morfología y Biología Celular, Facultad de Medicina, Universidad de Oviedo, Avenida Julián Clavería, 6, 33006-Oviedo, España. Tel.:+34-985-10-27-84. Email: caballerobeatriz@uniovi.es, <https://orcid.org/0000-0003-0242-9620>.

**Abstract:** Cell Biology and Histology is a key subject in university biosanitary teaching, and its practical component is a fundamental part of the competences of the subject. However, students have difficulties at completing the practical notebook of the subject, which is considered a key element for passing the practical exam. With the aim of increasing the competences and learning results in the laboratory practices of Cell Biology and Histology, and to improve the final academic performance of the students of the first course of the Physiotherapy degree, we proposed group dynamics of gamification based on coloring drawing templates selected by the teaching staff, representing a histological preparation of those observed during the laboratory practices. At least two different stainings of each template and 5 levels of difficulty were considered to complete the game. The students obtained a positive point with each level completed, and after completing the 5 levels, they won one point in the final mark of their notebook. After implementing the group dynamics, we observed that the work and collaborative learning associated with our gamification dynamics led to a significant improvement in the competences and learning results of the laboratory practices of the subject. We can conclude that the proposed gamification technique has significantly increased the final academic performance of students in the laboratory practices of the subject of Cell Biology and Histology of the degree of Physiotherapy.

**Keywords:** Gamification; Histology; group dynamics; collaborative learning.

## Introducción

La asignatura de Biología Celular e Histología pertenece al módulo de formación básica en materia de Biología, y pertenece al primer curso del grado de Fisioterapia. Su principal objetivo es fomentar el conocimiento de la complejidad de la organización y funcionalidad biológica del organismo humano, desde un punto de vista celular e histológico. Se trata, por tanto, de un pilar básico sobre el que fomentar el conocimiento de otras asignaturas del grado como son la Anatomía, la Bioquímica y la Fisiología. El componente práctico de la asignatura, es una parte fundamental de cara a la adquisición de las competencias y resultados de aprendizaje de la Biología Celular e Histología, de forma que supone un 30% en el sistema de evaluación de la asignatura. Dicha evaluación corre a cargo de un examen de microscopía para el reconocimiento de dos preparaciones histológicas, así como de la evaluación de un cuaderno de prácticas.

La dinámica habitual de trabajo en las prácticas de laboratorio de la asignatura se basa en un trabajo principalmente individual y autónomo del alumnado, dirigido por una exposición teórica inicial del profesorado. Una de las mayores dificultades con las que se encuentra el alumnado en las prácticas es la elaboración de los dibujos del cuaderno de prácticas, a partir de las preparaciones histológicas que se observan mediante el manejo y uso del microscopio óptico de campo claro. Asimismo, el alumnado suele tener dificultades para comprender el hecho de que la coloración final del tejido que están observando puede variar en función del tipo de tinción que se utilice en cada preparación histológica. Dado que el cuaderno de prácticas es un componente clave para el alumnado a la hora de estudiar y prepararse para el examen final de las prácticas, dicho recurso se considera una herramienta docente fundamental que impacta directamente, tanto en la adquisición de los resultados de aprendizaje prácticos de la asignatura, como en el rendimiento académico final del alumnado.

En base a estas premisas, el presente proyecto plantea el uso de una metodología de innovación docente basada en técnicas de gamificación, que fomente un trabajo y aprendizaje colaborativo del alumnado y permita, por un lado, solventar los problemas de la asignatura anteriormente mencionados y reforzar las competencias y resultados de aprendizaje de la parte práctica de la asignatura de Biología Celular e Histología y, por otro lado, incrementar el rendimiento académico del alumnado del primer curso del grado de Fisioterapia.

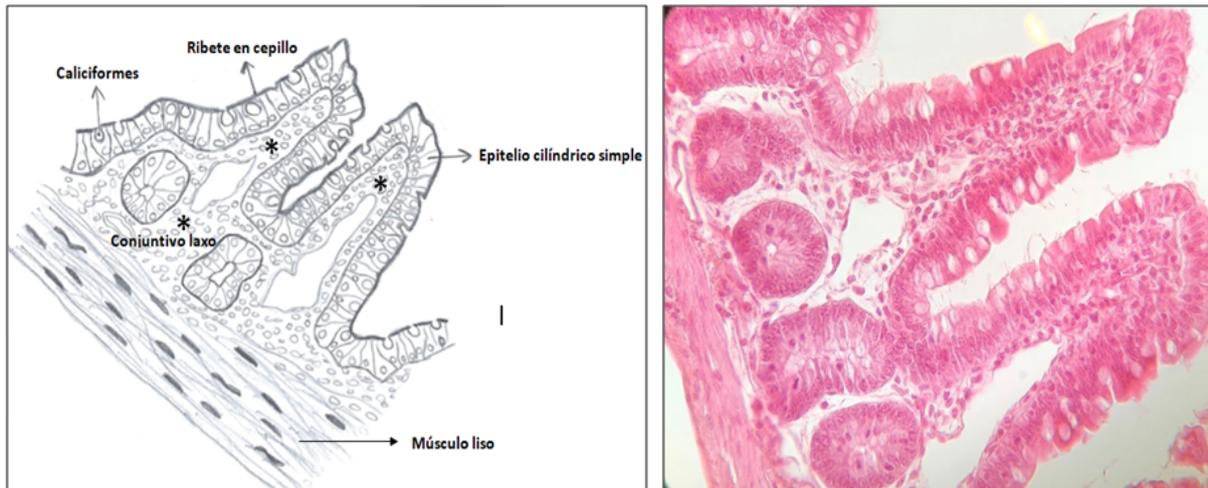
## Métodos

El presente proyecto planteó la realización de una serie de dinámicas grupales de gamificación que se realizaron durante las prácticas de la asignatura de Biología Celular e Histología en el primer curso del grado de Fisioterapia. El juego consistía en colorear plantillas de dibujo que representaban una imagen celular e histológica clave de las diferentes preparaciones que se analizan con el microscopio óptico durante las prácticas de la asignatura. Cada dibujo se correspondía con una fotografía obtenida con un Smartphone a partir de las preparaciones histológicas originales, donde podemos encontrar diferentes tipos de tejidos, así como tipos celulares y estructuras específicas claves para el componente práctico de la asignatura. De cara a reforzar los conocimientos en tinciones histológicas, se tuvieron en cuenta dibujos histológicos similares, pero con diferentes tinciones, lo cual limitaba el uso específico de determinados colores.

Atendiendo a la pirámide de los elementos de gamificación de Werbach (2012), nuestro proyecto de gamificación ha considerado los siguientes fundamentos específicos:

1. *Dinámica*. Colorear plantillas histológicas representativas de las preparaciones que se observan durante las prácticas de Biología Celular e Histología,
2. *Mecánica*:
  - Competición grupal. Los y las estudiantes han trabajado de forma grupal y colaborativa en grupos de 2-3 estudiantes, los cuales se han mantenido a lo largo de todo el proyecto.
  - Superación de 5 niveles de dificultad, número que se corresponde con el total de prácticas de laboratorio de la asignatura. A medida que progresaban las prácticas, los participantes se han tenido que enfrentar a plantillas de dibujo cada vez más complejas, desde un punto de vista histológico, con tinciones diferentes para cada una de ellas.
  - Segundas oportunidades. Los participantes tenían la opción de repetir los 3 primeros niveles, con dibujos histológicos diferentes, pero de igual complejidad, hasta que conseguían superarlos.
  - La evaluación de las plantillas se ha llevado a cabo en común, entre todos los grupos de trabajo, y dirigida por el profesorado, utilizando la fotografía modelo de la plantilla, la cual representa la imagen real de la preparación histológica problema.
3. *Componentes*:
  - Premios. Los grupos cuya plantilla de dibujo se acercaba más a la imagen y tinción histológica real empleada conseguían un positivo en la práctica y nivel de dificultad correspondiente.
  - Ganador. Aquellos grupos que superaron con éxito los 5 niveles de dificultad del juego, recibieron un punto adicional en la nota final de su cuaderno de prácticas.

Un ejemplo de una de las plantillas histológicas a colorear y su fotografía original se muestra en la figura 1. Cada sesión grupal de gamificación ha consistido en un mínimo de 30 minutos de duración, considerando el 50% de los grupos de prácticas (PL 2 y 4) como controles y el otro 50% como experimentales (PL1 y 3). Toda la documentación necesaria ha sido aportada por parte del profesorado del proyecto. Los y las estudiantes solo han necesitado el material habitual que utilizan para la realización de las prácticas (principalmente materiales para colorear). El microscopio óptico de campo claro y las preparaciones histológicas forman parte de la metodología habitual de las prácticas de la asignatura, y ya están disponibles en los laboratorios docentes donde se realizan las mismas.



**Figura 1**

Dibujo histológico de nivel de dificultad 3 que representa la histología específica de la mucosa del Intestino Delgado en tinción con hematoxilina-eosina (izquierda). Fotografía de la preparación original de la mucosa intestinal tomada con un Smartphone (derecha)

Los diferentes indicadores de evaluación considerados en el proyecto se detallan a continuación (Tabla 1):

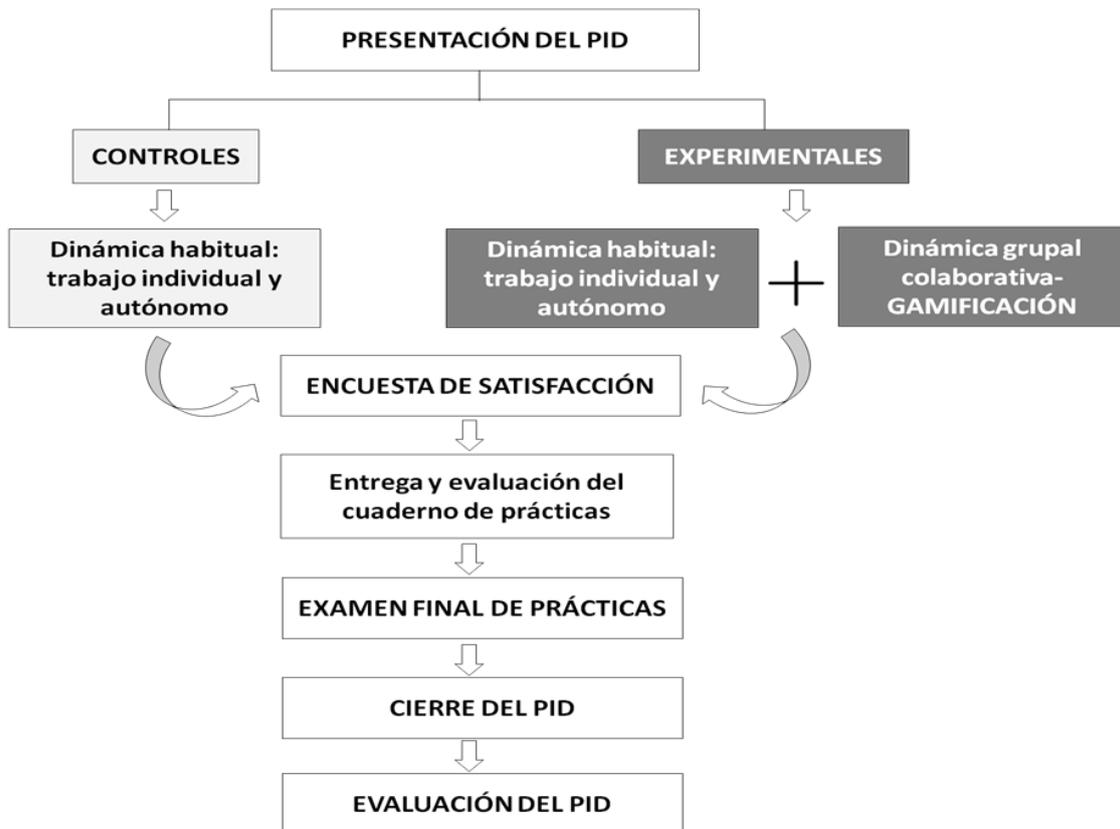
**Tabla 1**

Indicadores de evaluación del proyecto

Indicador	Modo de evaluación	Observaciones
Dinámica de trabajo habitual de las prácticas.	Encuesta de valoración personal*.	
Grado de satisfacción con las dinámicas de gamificación.	Encuesta de valoración personal*.	
Competencias y resultados de aprendizaje del alumnado en las prácticas de la asignatura.	Evaluación del cuaderno de prácticas de la asignatura. Evaluación del examen práctico de la asignatura.	Se cuantificó el porcentaje de notas, de 0-5, de 5-7 y > 7, comparando controles <i>versus</i> experimentales.
Rendimiento académico del alumnado en las prácticas de la asignatura.	Análisis de las notas alfabéticas finales de las prácticas de la asignatura.	Se cuantificó principalmente el porcentaje de notas > 7, comparando controles <i>versus</i> experimentales.

\* La encuesta la realizaron tanto los grupos controles como experimentales del proyecto.

El plan de trabajo del proyecto se resume en el siguiente diagrama de flujo (Figura 2):



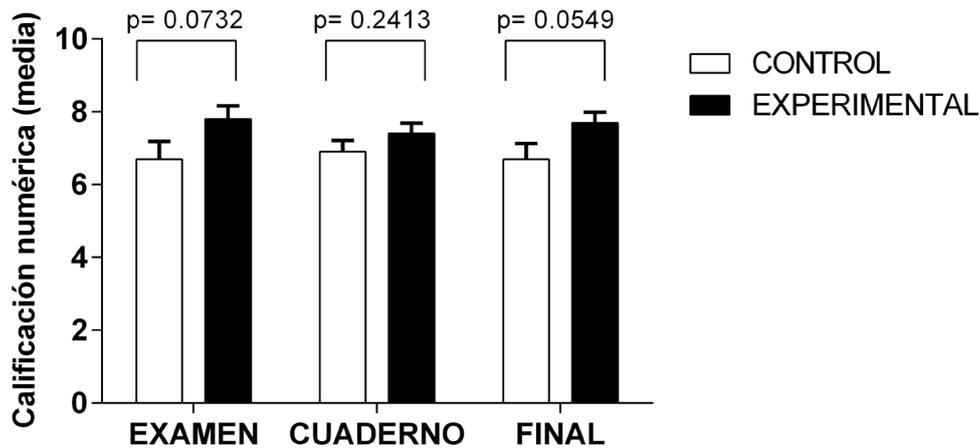
**Figura 2**

Plan de trabajo del proyecto. *PID, proyecto de innovación docente*

Los datos fueron representados y analizados estadísticamente con el programa GraphPad Prism 6. La distribución normal de los datos se confirmó mediante un Test de Kolmogorov-Smirnov. La comparación de datos se evaluó mediante un Test T de muestras no apareadas (para comparar solo dos grupos) o mediante un análisis de la varianza (ANOVA) de 2 factores y un test de comparación múltiple de Sidak's (para comparar más de 2 grupos). Las diferencias se consideraron significativas con un p valor > 0.05.

## Resultados

Los datos obtenidos muestran una nota media superior en el grupo experimental del proyecto respecto de los controles, tanto en la puntuación obtenida en el cuaderno de prácticas, como en la nota del examen teórico y la calificación final obtenida en las prácticas de la asignatura (Figura 3). Aunque los resultados no muestran diferencias estadísticas significativas, la diferencia observada entre controles y experimentales respecto a la calificación media final alcanzada en las prácticas mostró valores estadísticos próximos a la significación (Figura 3,  $p = 0.0549$ )

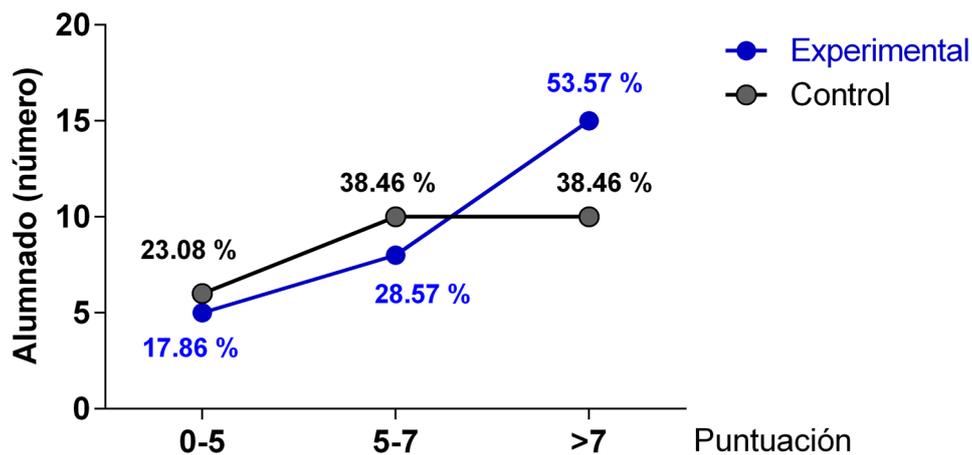


**Figura 3**

Calificación numérica (media  $\pm$  SEM) obtenida en el examen y cuaderno de prácticas, así como en la nota final obtenida en las prácticas de la asignatura, en los controles (blanco) y experimentales (negro) del proyecto. El p-valor se obtuvo mediante un test T de muestras no apareadas para cada indicador de evaluación considerado

Asimismo, las competencias y resultados de aprendizaje del componente práctico de la asignatura han sido muy superiores en el grupo experimental del proyecto, respecto a los datos observados en el grupo control. En particular, un 53.57% de las notas de los cuadernos de prácticas de los experimentales superaba la puntuación de 7. En el grupo control, tan solo un 38.46% de las notas de los cuadernos obtuvo una puntuación mayor de 7 (Figura 4).

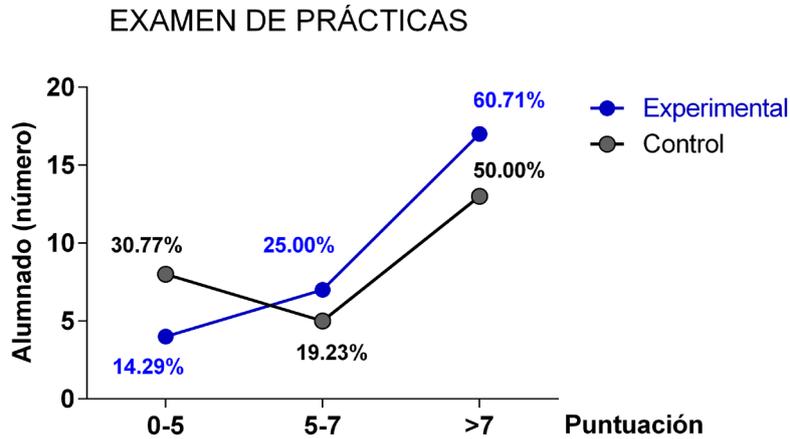
### CUADERNOS DE PRÁCTICAS



**Figura 4**

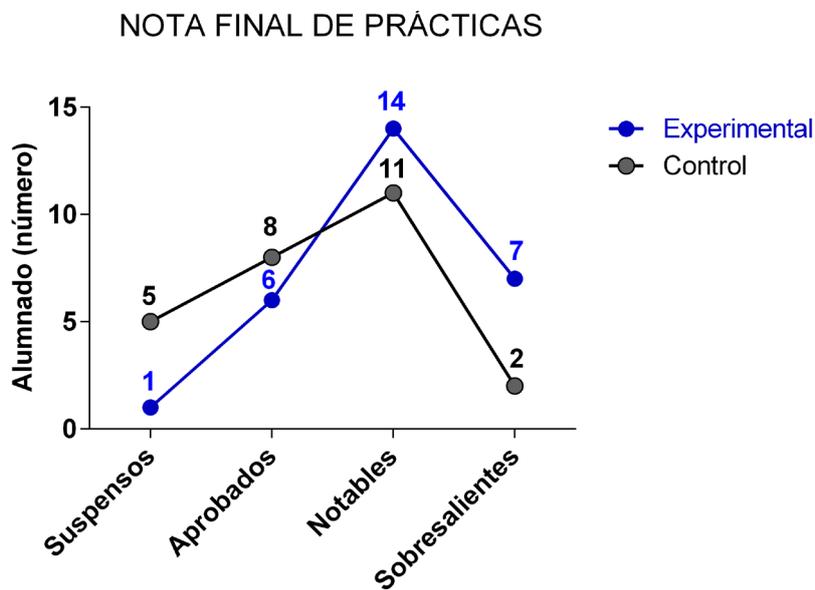
Distribución de las notas obtenidas en los cuadernos de prácticas de la asignatura, en los controles (gris) y experimentales (azul) del proyecto. Los datos se analizaron mediante un ANOVA de 2 factores y un test Sidak's de comparaciones múltiples. No se observaron diferencias estadísticamente significativas (control *versus* experimental)

De forma similar, las mejores notas en el examen de prácticas de la asignatura (puntuación >7) se observaron en el grupo experimental. En particular, el 60.71% de los experimentales obtuvo una puntuación > 7 en el examen de prácticas, mientras que solo un 50% de los controles obtuvo dicha puntuación (Figura 5). Asimismo, el porcentaje de suspensos (nota de examen < 5) fue muy inferior en el grupo experimental (14.29%) en comparación con los controles (30.77%) (Figura 5).



**Figura 5**

Distribución de las notas obtenidas en el examen de prácticas de la asignatura, en los controles (gris) y experimentales (azul) del proyecto. Los datos se analizaron mediante un ANOVA de 2 factores y un test Sidak's de comparaciones múltiples. No se observaron diferencias estadísticamente significativas (control *versus* experimental)



**Figura 6**

Distribución de las notas finales alfabéticas obtenidas en las prácticas de la asignatura, en los controles (gris) y experimentales (azul) del proyecto. Los datos se analizaron mediante un ANOVA de 2 factores y un test Sidak's de comparaciones múltiples. No se observaron diferencias estadísticamente significativas (control *versus* experimental)

El rendimiento académico del grupo experimental en las prácticas de laboratorio de la asignatura fue también muy superior respecto de los controles. En concreto, el 50% de las notas finales de prácticas obtenidas en los controles superó la puntuación de 7 (11 notables y 2 sobresalientes). Sin embargo, el 75% de las notas finales de los experimentales superó la puntuación de 7 (14 notables y 7 sobresalientes) en sus calificaciones finales (Figura 6).

**Tabla 2**

Resultados de la encuesta de valoración personal

Pregunta	Controles	Experimentales
1. Me siento cómodo con un método de estudio,	47.83% autónomo	27.59% autónomo
	47.83% dirigido por el profesorado	72.41% dirigido por el profesorado
	4.35% no sabe, no contesta	
2. Prefiero realizar las tareas de las prácticas,	78.26% individualmente	17.24% individualmente
	21.74% en grupos	82.76% en grupos
3. Prefiero completar el cuaderno de prácticas haciendo,	39.13% plantillas histológicas	51.73% plantillas histológicas
	30.44% dibujos personales	17.24% dibujos personales
	30.44% ambas opciones	31.03% ambas opciones
4. Prefiero estudiar el examen de prácticas utilizando,	13.04% cuaderno de prácticas	3.45% cuaderno de prácticas
	26.10% plantillas histológicas	34.48% plantillas histológicas
	60.87% ambas opciones	62.07% ambas opciones
5. ¿Ha participado con anterioridad en alguna técnica de aprendizaje basada en el juego (gamificación) en el ámbito docente?	65.22% NO	58.62% NO
	34.78% SÍ	37.93% SÍ
		3.45% no sabe, no contesta
6. ¿El uso de dibujos para colorear de las preparaciones que se observan en las prácticas resultaría de utilidad para el estudio de las tinciones histológicas?	86.96% SÍ	93.10% SÍ
	13.04% NO	3.45% NO
		3.45% no sabe, no contesta
Total (N)	23	29

Por otro lado, los datos obtenidos a través de la encuesta de valoración personal de las prácticas reflejan una valoración muy positiva del alumnado del grupo control, tanto por un aprendizaje autónomo (47.83%) como por aquel dirigido por el profesorado (47.83%), con una clara preferencia (78.26%) por un trabajo individual en las prácticas de la asignatura. Un 39.13% del alumnado del grupo control han valorado de forma preferente la elaboración de un cuaderno de prácticas a través de plantillas histológicas para colorear. Asimismo, un 60.87% del alumnado del grupo control valoran la posibilidad de preparar el examen de las prácticas utilizando, tanto su libreta de dibujos, como dichas plantillas histológicas. Cabe destacar que, un 86.96% de los controles han valorado muy positivamente la posibilidad de po-

der disponer de plantillas para colorear, representativas de las preparaciones que se observan en las prácticas y previamente seleccionadas por el profesorado. Sin embargo, el alumnado del grupo experimental del proyecto ha mostrado una valoración muy positiva por una dinámica de trabajo dirigida por el profesorado (72.41%), con una clara preferencia por una dinámica de trabajo grupal (82.76%). En particular, un 51.73% de los experimentales prefieren el uso de plantillas histológicas previamente seleccionadas por el profesorado para completar el cuaderno de prácticas, mientras un 31.03% valoran positivamente el uso, tanto de dibujos propios como de plantillas histológicas. Asimismo, un 62.07% de los experimentales prefieren preparar el examen de las prácticas utilizando, tanto su libreta de dibujos como plantillas histológicas para colorear. Cabe destacar que un alto porcentaje de los experimentales (93.10%) han valorado muy positivamente el poder disponer de dibujos para colorear durante las prácticas de la asignatura, de cara a un refuerzo en el estudio de las tinciones histológicas.

La última pregunta de la encuesta (pregunta 7) pretendía recoger cualquier tipo de información adicional respecto la dinámica de trabajo y/o aprendizaje de las prácticas de Biología Celular e Histología. A este respecto, el alumnado, en general, ha mostrado cierta negatividad respecto a la elaboración de un cuaderno de prácticas, dado que este requiere un tiempo importante de trabajo no presencial.

## Discusión

Los resultados obtenidos responden con total claridad a los objetivos inicialmente establecidos en el proyecto, dado que las dinámicas de gamificación propuestas para las prácticas de Biología Celular e Histología han conseguido incrementar las competencias y resultados de aprendizaje del alumnado en las prácticas de la asignatura, con un impacto positivo en el rendimiento académico final del alumnado.

Los datos obtenidos a través de la encuesta de valoración del proyecto nos permiten ir un poco más allá en la discusión de los resultados. Por un lado, las tres primeras preguntas de la encuesta nos han permitido una evaluación de la dinámica de trabajo habitual que se realiza en las prácticas de laboratorio de la asignatura, la cual se basa en un trabajo principalmente autónomo e individual, con una pequeña introducción teórica inicial por parte del profesorado. El alumnado del grupo control no muestra un grado de satisfacción total respecto a las prácticas, lo cual queda confirmado con las respuestas recogidas por parte del alumnado del grupo experimental, dado que los experimentales presentan una preferencia clara por un aprendizaje grupal, dirigido por el profesorado y basado en plantillas histológicas para colorear previamente seleccionadas por el profesorado. Por otro lado, las preguntas de 4 a 6 nos han permitido evaluar tanto el grado de interés de la gamificación propuesta (datos del grupo experimental), como su funcionalidad en general para las prácticas de la asignatura (datos de controles y experimentales). Aunque el alumnado considera aceptable la actual dinámica de trabajo de las prácticas de Biología Celular e Histología, hemos detectado una cierta reticencia general respecto a la realización de un cuaderno de prácticas, y una valoración muy positiva respecto a la inclusión de plantillas histológicas para colorear en el trabajo habitual de las prácticas de la asignatura. Asimismo, hemos obtenido una valoración muy alta en el grado de satisfacción del alumnado con el trabajo y aprendizaje colaborativo que aporta las dinámicas de gamificación consideradas en el proyecto. Por lo tanto, consideramos más que evidente la buena funcionalidad que presentan estas estrategias docentes, ba-

sadas en un aprendizaje colaborativo a través del juego, en la parte práctica de la asignatura de Biología Celular e Histología.

La gamificación es un concepto que está pisando fuerte en el entorno docente. La gamificación trata de adaptar los principios y mecánicas de un juego lúdico en el aula, con el objetivo de incentivar la predisposición al aprendizaje del alumnado (Kapp, 2012). Según el informe Horizon 2015 (Johnson y cols., 2015), es precisamente en el entorno docente donde se espera una mayor aplicabilidad de las técnicas de gamificación, con el objetivo de mejorar los resultados de aprendizaje y el desarrollo de las competencias. Entre los beneficios que se asocian a la gamificación en el ámbito docente destacan el aumento de la creatividad, la motivación por aprender, la gestión de la información, la resolución de problemas y el fomento del trabajo cooperativo, así como el compromiso y la socialización del alumnado (Calatayud Estrada y Morales de Francisco, 2018; Ortiz-Colón y cols., 2018). Nuestra experiencia con las dinámicas propuestas en el proyecto confirma con total claridad los beneficios de la gamificación en el entorno docente universitario. Estudios previos basados en estas estrategias docentes en el aula universitaria demostraron también unos resultados muy positivos, de cara a motivar el aprendizaje del alumnado y dinamizar los contenidos académicos en el aula (Corchuelo-Rodríguez, 2018).

Cabe destacar que muchas de las técnicas de gamificación que se están desarrollando actualmente se basan en videojuegos y el uso de las nuevas tecnologías. Los mejores ejemplos de ellos lo tenemos en la adaptación del videojuego *Minecraft* en los centros educativos o el uso de la aplicación *Kahoot* a través de los dispositivos móviles (Cózar-Gutiérrez y Sáez-López, 2016; Rodríguez-Fernández, 2017; López-Rodríguez y cols., 2018). Sin embargo, en nuestra presente propuesta de gamificación, hemos apostado por una tarea mucho más sencilla y habitual en el aprendizaje en infantil o primaria, como es la actividad de colorear dibujos. Por supuesto, hemos adaptado el juego al entorno educativo universitario, y sobre todo de cara a las competencias y resultados de aprendizaje que se pretenden conseguir en la asignatura de Biología Celular e Histología dentro del primer curso del grado de Fisioterapia.

Entre los puntos débiles a considerar, debemos puntualizar la necesidad de incrementar el número de participantes en las dinámicas, de cara a conseguir una mayor robustez de los análisis estadísticos del estudio. Debemos destacar que nuestra asignatura de Biología Celular e Histología es una asignatura básica y común en varios grados dentro de las titulaciones de la Universidad de Oviedo (Fisioterapia, Enfermería, Biología, Medicina, Química). El proyecto se ha llevado a cabo en el grado de Fisioterapia, y dado los buenos resultados obtenidos, sería necesario testar la funcionalidad de nuestras dinámicas de gamificación no solo en estas diferentes titulaciones, sino también en otras asignaturas relacionadas y cursos académicos superiores, lo cual nos ayudaría a conseguir una mayor robustez estadística en los datos finales obtenidos.

Asimismo, consideramos interesante la ampliación del número de plantillas histológicas, con el objetivo de abarcar lo más posible los diferentes tipos de tejidos y estructuras específicas más representativas del componente práctico de nuestra asignatura. En el proyecto hemos considerado una gran variedad de preparaciones clave en Histología como son la mucosa intestinal, el riñón, pezón, cerebelo, testículo, aorta, ganglio linfático, etc. Sin embargo, son muchas más las preparaciones histológicas que se observan durante las prácticas de la asignatura, por lo que necesitamos ampliar el número de plantillas para colorear en el juego y/o los niveles de dificultad del mismo.

## Conclusiones

Los datos obtenidos reflejan una necesidad de mejora en la dinámica de trabajo habitual de las prácticas en Biología Celular e Histología. De cara a incrementar las competencias y resultados de aprendizaje de la asignatura, debemos apostar por un trabajo grupal y colaborativo, claramente dirigido por el profesorado. Sin embargo, no podemos obviar la importancia que tiene el manejo y uso de un microscopio óptico durante las prácticas en esta asignatura. Por lo tanto, además de esta actividad, la asignatura debería contemplar el uso de metodologías docentes innovadoras basadas en la gamificación. El uso de plantillas y dibujos histológicos para colorear, que representen las principales estructuras y tejidos que se deben observar durante las prácticas, consideramos sería un refuerzo importante clave para conseguir incrementar el rendimiento académico final del alumnado en la parte práctica de la asignatura de Biología Celular e Histología.

## Agradecimientos

El presente proyecto (PINN-18-A-006) forma parte de la convocatoria de proyectos de innovación 2018, del Centro de Innovación de la Universidad de Oviedo.

## Bibliografía

- Calatayud-Estrada ML, Morales de Francisco JM. Gamificación en el entorno universitario: ejemplos prácticos. *V Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el Ámbito de las TIC y las TAC 2018*, pp:185. ISBN 978-84-09-02374-5.
- Corchuelo-Rodríguez CA. Gamification in higher education: innovative experience to motivate students and stimulate content in the classroom. *Revista electrónica de Tecnología Educativa* 2018, 63: 29-41.
- Cózar-Gutiérrez R, Sáez-López JM. Game-based learning and gamification in initial teacher training in the social sciences: an experiment with MinecraftEdu. *International Journal of Educational Technology in Higher Education* 2016, 13:2. <https://doi.org/10.1186/s41239-016-0003-4>.
- Johnson L, Adams Becker S, Estrada V, Freeman A. *NMC Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2015. ISBN 978-0-9906415-8-2.
- Kapp K. *The Gamification of Learning and Instruction. Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer essential resources for training and HR professionals 2015, Wiley.
- López-Rodríguez I, Avello-Martínez R, Baute-Álvarez LM, Vidal-Ledo M. Videogames in higher education. *Educación Médica Superior* 2018, 32:264-276.
- Ortiz-Colón AM, Jordán J, Agreda I M. Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Education and Research* 2018, 44: e173773.
- Rodríguez-Fernández L. Smartphones and learning: use of Kahoot in the university classroom. *Mediterranean Journal of Communication* 2017, 8:181-190.
- Werbach K. *For the win: how game thinking can revolutionize your business*. Wharton: Wharton Digital Press 2012, 201.

# B

## METODOLOGÍAS DOCENTES

## Capítulo 8

# Las TICs en la docencia universitaria, «*Kahoot*» como herramienta de gamificación e innovación educativa en el estudio de la Célula Eucariota

Patricia García Gallastegi<sup>1</sup>, Olatz Crende Arruabarrena<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, España

<sup>2</sup> Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Farmacia, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, España

**Resumen:** La enseñanza en el aula universitaria de la asignatura de Biología Celular en los Grados en Medicina y Farmacia suele presentar una dificultad para el profesorado, la falta de motivación del alumnado a participar en la modalidad docente de clase magistral. Sintiendo la necesidad de interactuar con el mayor número de alumnado, con el fin de favorecer la motivación y generar las condiciones apropiadas para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje significativo, se han desarrollado nuevas herramientas de gamificación dentro de las metodologías activas de enseñanza. *Kahoot* es una dinámica que se emplea en la elaboración de juegos en un entorno educativo. Esta herramienta busca una participación consciente de los y las estudiantes que asisten a las clases. Se basa en el diseño por parte del profesor/a de cuestionarios, encuestas y discusiones online, que el alumnado a través de un dispositivo electrónico accede y juega en tiempo real contra compañeros de clase. Así mismo, el profesor/a para garantizar el aprendizaje significativo realiza un *feedback* con respuestas del test llevado a cabo con los contenidos académicos de la asignatura. Esta herramienta permite que el alumnado reflexione al finalizar la clase magistral, que es clave para determinar si los conceptos transmitidos han sido entendidos y facilitará el seguimiento de las siguientes clases y la comprensión del tema. En el presente trabajo se ha analizado el ejercicio de *Kahoot* llevado a cabo el alumnado de primero de carrera en la asignatura de Biología Celular en el curso académico 2017/2018, los resultados muestran que el grado de satisfacción a la hora de emplear la aplicación fue elevado. Este sistema de juego basado en preguntas y respuestas fo-

---

\* Dirección de correspondencia a: Olatz Crende Arruabarrena. Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Farmacia, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Paseo de la Universidad, 7, 01006 Vitoria-Gasteiz, España. Tel.: +34-945-013025. Fax: +34-94-6013226. Email: olatz.crende@ehu.es

menta el interés, implicación y la satisfacción del alumnado y el compromiso con su proceso de aprendizaje, creando un ambiente educativo cómodo, social y divertido muy diferente al conocido hasta ahora en las aulas universitarias.

**Palabras clave:** Aprendizaje Significativo; Gamificación; Kahoot; Biología Celular.

**Abstract:** The university classroom teaching in the Cell Biology subject in the Medicine and Pharmacy degrees presents a difficulty: the lack of student motivation to participate in the teaching modality of master class. Feeling the need to interact with the largest number of students, in order to encourage motivation and generate the appropriate conditions to develop the teaching-learning process, new gamification tools have been developed. Kahoot is a dynamic tool used in the development of games in an educational environment. It seeks a conscious participation of students who attend the lectures. This tool is based on questionnaires, surveys and online discussions designed by the lecturer, which the students access and play in real time against their classmates using their electronic devices. Likewise, the lecturer, to guarantee a meaningful learning, gives feedback with answers of the test carried out with the academic contents of the subject. At the end of the master class, this tool allows students to reflect on the contents taught, which is key to determining if the concepts transmitted have been understood; this will facilitate the follow-up of the following lectures and the understanding of the subject. In the present work, we analyzed the Kahoot exercise carried out by the students in the subject of Cell Biology in the academic year 2017/2018; the results show that student satisfaction increased when using this application. This game system based on questions and answers fosters the interest, involvement and satisfaction of the student and the commitment to their learning process, creating a comfortable, social and enjoyable educational environment very different from the one known so far in the university classrooms.

**Keywords:** Significant Learning; Gamification; Kahoot; Cell Biology.

**Laburpena:** Medikuntzako Graduan eta Farmaziakoan Zelulen Biologia irakasgaia unibertsitate-ikasgeletan irakasteak arazo bat agertzen dute: eskola magistraletan parte hartzeko ikasleriaren motibazioa falta. Ikasle kopuru handienarekin elkarreraginean jarduteko premia sentituz, eta motibazioa bultzatzeko eta irakaskuntza-ikasketa jarduera era esanguratsuan bete dadin beharrezkoak diren egoerak sortzeko asmoz, gamifikazioan oinarritutako baliabide berriak garatu dira irakaskuntza-metodologia aktiboen barruan. Kahoot hezkuntza-ingurunean aplikatzekoak diren jolasak egiteko erabiltzen den dinamika da. Tresna horrek klaseetara joaten diren ikasleen parte-hartze aktiboa bilatzen du. Irakasleak sortutako galdera-sorten inkesten eta online eztabaiden diseinuan oinarritzen da, eta ikasleak, euren gailu elektronikoez baliatuz, denbora errealean sartu eta jolasten dira ikaskideen kontra. Era berean, klasean egindako jarduera akademikoaren emaitzekin, irakasleak feedbacka egin dezake, ikaskuntza esanguratsua bermatzeko. Tresna horrek eskola magistralaren bukaeran ikasleen gogoeta eskatzen du, transmititu diren oinarritzko kontzeptuak ulertu dituzten ohartzeko; horrela, hurrengoko klaseen jarraipena eta gaiaren ulermena errazten dira. Lan honetan, Graduoko lehenengo mailakoa den Zelulen Biologia irakasgaiko ikasleekin 2017-2018 ikasturtean egin den Kahooten erabilera analizatu da. Emaitzek erakusten dute aplikazioa erabilita ikasleek gogobetetasun-maila altua adierazten zutela. Jolasean oinarritzen den galdera-erantzunen sistema honek ikaslearen interesa, inplikazioa, gogobetetasuna eta ikaskuntza-prozesuan duen konpromisoa garatzen ditu. Modu horretan hezkuntza-esparru eroso, sozial eta dibertigarria sortzen da, orain arte ezagutu denaren oso ezberdina.

**Gako-hitzak:** Ikaskuntza Esanguratsua; Gamifikazioa; Kahoot; Zelulen Biologia.

## Introducción

La ludificación, o más conocido por el anglicismo gamificación, del inglés «*gamification*», hace referencia al uso de técnicas, elementos y dinámicas propias de los juegos y del ocio en actividades no recreativas. Su finalidad es potenciar la motivación, e intentar reforzar la conducta para solucionar un problema, mejorar la productividad, obtener un objetivo, activar el aprendizaje y evaluar al alumnado (Kapp, 2012). La gamificación ha tenido un gran éxito en muchas áreas, como son el marketing, los recursos humanos o en la gestión empresarial (Gallego y cols., 2013). Pero muy pocas son las experiencias de trasladar la positividad de estas metodologías del juego a la docencia universitaria. Poco a poco se va impulsando la Gamificación Educativa, donde en el formalismo universitario, se introducen recursos propios de los entornos menos formales con el fin de potenciar el aprendizaje significativo por parte del alumnado (Gaitán, 2013). Se han de superar visiones negativas del empleo de los juegos en general, ya que podemos trasladar muchas de las potencialidades de estos a la educación, como despertar la curiosidad por conocer, por desarrollar habilidades, reforzar la autoestima, el valor uno mismo y de la comunidad...

Si tenemos en cuenta que existe una relación entre los perfiles del alumnado universitario y el perfil del consumidor medio de juegos y actividades lúdicas de diversa índole utilizando diferentes tecnologías, cabe esperar que la aplicación de las metodologías/técnicas de gamificación en la docencia universitaria acerque su formación a las dinámicas que se encuentran detrás de los juegos motivándoles en sus estudios, fomentando la competitividad sana entre ellos, o incluso guiándoles en los procesos de aprendizaje.

El presente capítulo pretende introducir esta herramienta educativa ampliamente utilizada en la educación secundaria y bachillerato en la educación superior. Para ello se ha realizado una revisión de las diferentes metodologías de gamificación que se están llevando a cabo en la docencia universitaria, presentando una de ellas más detalladamente, «Kahoot». Y se ha descrito la experiencia del uso de esta herramienta en la asignatura de Biología Celular de los Grados en Medicina y Farmacia en el curso académico 18/19, donde los resultados satisfactorios invitan a la incorporación de esta metodología en el aula universitaria.

## La gamificación en la Educación Superior

Jane McGonigal es diseñadora de videojuegos, divulgadora y escritora, y en su libro *Reality is Broken*, donde visiona que el futuro está en manos de los videojuegos, define la gamificación como «toda acción educativa en la cual el docente recurre a la utilización de dinámicas, estructuras y mecánicas de juego en entornos y aplicaciones que no son precisamente un juego, buscando potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo, la fidelización y otros valores positivos comunes al modo y la forma en cómo aprenden los estudiantes» (Mcgonigal, 2012).

En este contexto de gamificación nacen los denominados «sistemas de respuesta del estudiante» (del inglés «*student response systems*»), donde se recoge información del proceso y el progreso del aprendizaje a tiempo real. En los años 60 se desarrollaron los primeros prototipos electrónicos de respuesta personal o individualizada, y fueron introducidos en enseñan-

zas de biología y química a principio de los años 70 (Judson y Sawada, 2002). Y posteriormente se extendió el uso a otras disciplinas, sobre todo conforme al número de estudiantes aumentaba en las aulas, puesto que con estas herramientas se lograba una mejor interacción con el numeroso alumnado, permitiendo detectar problemas de comprensión o carencias de aprendizaje de forma más rápida y eficaz.

Con el desarrollo tecnológico vivido en las últimas décadas la complejidad inicial de implantación de estos sistemas en el aula ha disminuido considerablemente. Los primeros dispositivos, tipo «*clickers*», «*keypads*», etc. requerían del empleo de un terminal que recibía por medio de infrarrojos o radiofrecuencia las señales emitidas desde los mandos a distancia que previamente se entregaban al alumnado. Hoy en día, gracias a los Smartphone, Tablet, PC y el sistema extendido de internet, los y las estudiantes pueden conectar e interactuar con un software disponible en una página web, en la que se formulan preguntas con diversas opciones de respuesta. Las nuevas generaciones de sistemas de respuesta personal son «*Kahoot*», «*Socrative*», «*Pinnion*», «*Google Forms*», «*Questionpress*», «*Polleveryway*», etc. Estos nuevos sistemas se diferencian dependiendo de su mayor o menor proximidad a las dinámicas del juego, en el grado de complejidad técnica o en las posibilidades de obtener resultados a posteriori (Pintor y cols., 2014).

En una revisión realizada por Robin Kay (Kay y Lasage., 2009) se describen los beneficios y los retos de la implementación de los sistemas de respuesta personal en el aula, señalando las siguientes:

- Se aumenta la atención del alumnado en el aula, concentrándose más en las actividades de clase, participando activamente en la resolución de problemas, a través de la competencia con otros/as estudiantes.
- Se produce una mejora notable del aprendizaje, gracias a la interacción con otros/as estudiantes, discutiendo entre ellos sobre cuál es la solución adecuada y porqué.
- Se produce una mejora en la evaluación, puesto que con estos sistemas se posibilita un *feedback*, tanto de la calidad de la enseñanza como el nivel de aprendizajes.

La utilización de la gamificación incrementa muchas habilidades en el alumnado, como la concentración, el esfuerzo, y la motivación. Puesto que esta metodología requiere el reconocimiento, el logro, la competencia, la colaboración, la autoexpresión y todas las potencialidades educativas compartidas por las actividades lúdicas (Marín-Díaz, 2015).

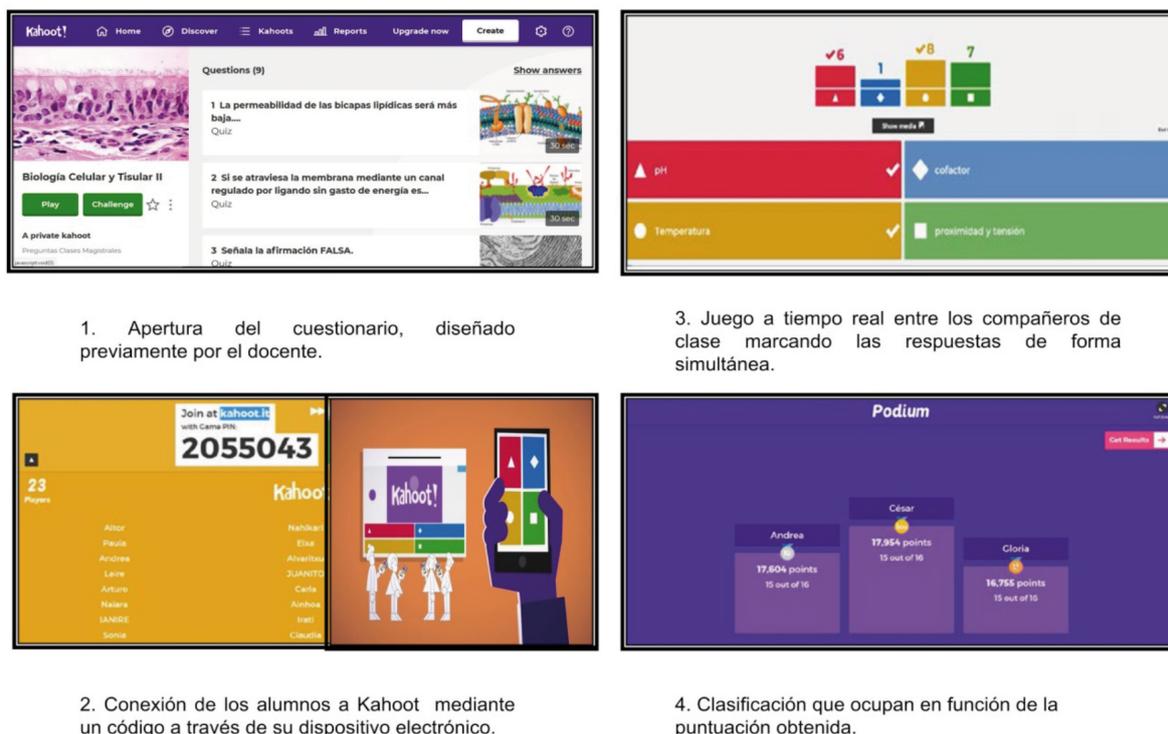
La mayoría de los y las docentes se enfrentan a diario a este «uso envolvente» del teléfono móvil al comprobar que el alumnado se distrae fácilmente en el aula (Cuesta, 2013). Afrontar este hecho pasa por integrar dichos dispositivos como un elemento más de la docencia. En este sentido, el aprendizaje móvil o «*m-learning*» defiende la inclusión de los Smartphone, solos o combinados con otro tipo de tecnología de la información, con el fin de facilitar el aprendizaje. Esta circunstancia abre nuevas posibilidades para atraer a través de la gamificación a aquellas generaciones acostumbradas al uso de las tecnologías.

Reconocido su valor, no deja de ser una herramienta que debe ser convenientemente utilizada en el proceso educativo, para que este no pierda su esencia.

## Uso del *Kahoot* como herramienta de gamificación en la Enseñanza Universitaria

En este trabajo hemos analizado el uso del *Kahoot* como Herramienta de Gamificación en la Enseñanza Universitaria. Las nuevas tecnologías han contribuido a que la gamificación evolucione. Las técnicas empleadas en la elaboración de juegos facilitan que el alumnado tenga un aprendizaje más atractivo y a la vez más significativo. Estos juegos dentro de la docencia universitaria no tienen por qué desarrollarse necesariamente de manera estática, sino que permiten la inclusión de dispositivos tan comunes y cotidianos, sobre todo entre el alumnado, como son el Smartphone o la Tablet.

Entre las diferentes herramientas de gamificación destaca *Kahoot*, una aplicación de origen noruego que ya cuenta con más de 30 millones de usuarios desde su lanzamiento en 2011. *Kahoot* combina la dinámica de juegos con los beneficios del sistema de respuesta personal del alumnado, de manera que la clase se convierte temporalmente en un espectáculo de juego. Esta combinación induce un aumento de la motivación de los y las estudiantes, que se involucran de una forma más activa en su proceso de aprendizaje, incluyendo al perfil de estudiante más tímido y callado, que trabaja bien pero que suele pasar desapercibido, y en estas circunstancias se hace más notable al alcanzar puestos destacados en la clasificación del juego. De esta manera se consigue llegar al alumnado más distante, alcanzando así uno de los enfoques de la enseñanza centrados en el aprendizaje del y de la estudiante (Salinas, 2004).



**Figura 1**

Secuencia de utilización de la herramienta *Kahoot* en el aula. Paso 1, cuestionario. Paso 2, conexión al juego mediante el pin. Paso 3, respuesta del alumnado de forma sincronizada. Paso 4, ranking de puntuación durante la partida

*Kahoot* es una herramienta gratuita que ha ganado popularidad entre el profesorado por su sencillo uso y su capacidad de establecer dinámicas de trabajo activas en el aula. Esta herramienta puede utilizarse para actividades en clase con diversos objetivos: evaluar y valorar los conocimientos previos y adquiridos (Pintor y cols., 2014), o como herramienta de evaluación continua en la medida en que permite guardar los resultados alcanzados por cada participante (Córdoba, 2015).

Esta herramienta se basa en el empleo de cuestionarios, encuestas, discusiones, elaboradas principalmente por el/la docente y lo que buscan es una participación consciente del alumnado, como se muestra en la Figura 1 (paso 1). El desarrollo de la propuesta puede incorporar imágenes, videos y otros tipos de materiales digitales, con el fin de atraer la atención del alumnado.

El alumnado a través de su dispositivo electrónico (Tablet, teléfono móvil u ordenador portátil) accede y juega en tiempo real contra compañeros y compañeras de clase (Figura 1, paso 2), tratando de mejorar la clasificación que ocupan en función de la puntuación obtenida, lo cual crea una competitividad relajada entre los y las estudiantes. Asimismo, el profesor/a para garantizar el aprendizaje significativo realiza un *feedback* en tiempo real con respuestas de la propuesta llevado a cabo con los contenidos académicos de la asignatura. De hecho, el propio creador de *Kahoot*, Alf Inge Wang, afirma en el estudio que realizó en Norwegian University of Science and Technology (NTNU) que el alumnado que utilizó *Kahoot* aprendió un 22% más que el resto de estudiantes que utilizaron dinámicas de juego distintas (Wang y Lieberoth, 2016).

El *Kahoot* como herramienta educativa ha sido aplicada en la docencia universitaria previamente. Se han recogido resultados de diversos programas de Grado de diferentes áreas de conocimiento, como son el Grado de Información y Documentación, Grado en Ingeniería Informática, Grado en Física, Grado en Matemática Computacional, Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y Grado en Educación Primaria de la Universidad de Valencia (Fuertes y cols., 2016), Grado en Odontología en la Universidad Europea de Madrid (Pintor y cols., 2014) y Grado en Derecho y Grado en Educación Primaria de la Universidad de Alicante (Moya y cols., 2016). Y a nivel europeo, por ejemplo, en la asignatura de lengua inglesa en los programas de Grado en Tecnología de la Información, Lengua y Literatura Polaca, Administración Pública, Estudios Políticos, Sociología, Estudios Culturales y Filosofía de la Universidad Pedagógica de Cracow, en Polonia (Zarzycka, 2014)

Con esta herramienta de juego versionada para la actividad docente, el alumnado aprende, pero con conocimiento de que lo está haciendo desde una perspectiva lúdica, incrementando su satisfacción, así como su implicación en su propio aprendizaje. Además, en cada sesión se genera información útil para el o la docente, como, el nivel de conocimiento que el alumnado ha adquirido sobre el tema impartido y dependiendo de los resultados obtenidos puede adaptar la marcha de la asignatura a las características del alumnado.

### **Caso práctico: *Kahoot* en la Biología Celular**

La Biología Celular, es una asignatura básica de rama, que se imparte en el primer cuatrimestre del primer año del Grado en Farmacia y del Grado en Medicina. Representa un primer contacto con el conocimiento sobre la estructura y función de los organismos vivos.

La Biología Celular como disciplina académica se encarga del estudio de las células en lo que respecta a las propiedades, estructura, fisiología, funciones, orgánulos que la constituyen, su interacción con el ambiente y su ciclo vital. La Biología Celular se considera un pilar básico de todas las ciencias médicas y biológicas, gracias a los avances tecnológicos y la evolución de los métodos de investigación. Paralelamente a su desarrollo, cada día tiene más repercusiones en todas las vertientes de la biomedicina: diagnóstico, pronóstico y terapéutica.

Esta asignatura tiene asignada un total de 6 créditos ECTS, que serán repartidos en tres modalidades docentes: clases magistrales, prácticas de laboratorio y prácticas de aula, cuyo porcentaje de actividades presenciales y no presenciales está establecido en función de lo determinado en el Espacio Europeo de Educación Superior.

Los conceptos teóricos de las asignaturas de Biología Celular se imparten mediante el método expositivo o clase magistral, transmitiendo los conocimientos a grupos numerosos de estudiantes. El profesor/a expone los contenidos teóricos de la asignatura, resaltando los aspectos más importantes de la Biología Celular, describiendo las partes que se compone y relacionando los diferentes temas. La presente modalidad docente, presenta ventajas tales como economía de tiempo y recursos, y eficacia pedagógica ya que permite presentar de modo sistemático y ordenado una información previamente seleccionada y sintetizada. Sin embargo, presenta una dificultad, la falta de motivación del alumnado a participar en esta modalidad docente. Puede ser debido al elevado número de estudiantes matriculado en estas sesiones que además son llevadas a cabo por los métodos de enseñanza más tradicionales, en la que el alumnado se convierte en un oyente.

Por otro lado, tampoco debemos perder de vista que, en los últimos años, como describe Leticia Rodríguez profesora de comunicación y relaciones públicas, el alumnado se ha convertido en un «curador de contenido, cada más selectivo y crítico con la información y con capacidad para encontrar los temarios que se abordan en los estudios universitarios» (Rodríguez, 2015). Sintiendo la necesidad de interactuar con el mayor número de estudiantes posible, con el fin de favorecer la motivación y generar las condiciones apropiadas para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se han desarrollado nuevas metodologías activas enmarcadas en las herramientas de gamificación.

Plantear cuestiones y reflexiones breves a lo largo de la clase expositiva promoviendo la reflexión por parte del alumnado, son claves para determinar si los conceptos transmitidos se han entendido y facilitar el seguimiento de la clase y la comprensión del tema. Estas herramientas a su vez, permiten averiguar los conocimientos previos del alumnado, hacer una evaluación sencilla sobre la marcha, incluso favorecer un aprendizaje autónomo y significativo del contenido de la asignatura de Biología Celular.

Esta herramienta permite incrementar el interés e implicación del alumnado de Medicina y Farmacia, con el fin de que reflexionen al finalizar la clase magistral, que es clave para determinar si los conceptos transmitidos han sido entendidos y facilitará el seguimiento de las siguientes clases y la comprensión del tema. En consecuencia, aumentando la satisfacción del alumnado en su proceso de aprendizaje de los contenidos teóricos relacionados con célula eucariota, así como una mayor implicación en su propio aprendizaje de la materia, convirtiendo el estudio de célula más atractivo y efectivo.

La plataforma *Kahoot* es una herramienta virtual de acceso libre y gratuito. El proceso de elaboración de los test es realmente sencillo (Mora y cols., 2018) pues requiere única-

mente el registro en la mencionada plataforma (<https://Kahoot.com/>) y tras el ingreso en ésta la selección de la actividad a realizar: cuestionario, debate o encuesta. Posteriormente se le añade un nombre a la actividad, y se comienza a introducir la primera de las cuestiones a realizar, que puede ir acompañada de una imagen o video. Se determina el número y contenido de las respuestas que se va a ofrecer al alumnado, indicando a la plataforma cuál es la correcta, los puntos otorgados por respuesta correcta, y el tiempo para su contestación. Estos pasos se repiten tantas veces como preguntas a realizar en el aula. Finalizada la elaboración del cuestionario, esta queda almacenada en la web, pudiendo acceder a él tantas veces como se desee realizar, editar o intercambiar con otros usuarios.

Para llevar a cabo la actividad en el aula es necesario contar con un dispositivo electrónico con conexión a internet y un proyector que muestra al alumnado las preguntas y respuestas. El o la docente accede a través de la plataforma a la actividad y selecciona el modo juego, individual (un dispositivo por persona) o por grupos (un dispositivo por equipo). Al iniciar la actividad se genera un código pin que los y las estudiantes deben de introducir en sus dispositivos electrónicos junto con un nombre de usuario, solamente con acceder al sitio web (<https://kahoot.it/>) de la plataforma, sin necesidad de que el alumnado se registre ni creen una cuenta en *Kahoot*. Dependiendo del carácter que se le otorgue a la actividad será relevante el uso de un pseudónimo o del nombre real del o de la estudiante para poder proceder posteriormente a su evaluación. Cuando se da inicio al juego en la pantalla aparece la primera cuestión con las posibles respuestas y el alumnado debe de seleccionar el color y símbolo de la respuesta que se considere correcta. En el proyecto a su vez se muestra el tiempo restante para responder y el número de participantes que van respondiendo. Al finalizar el tiempo, el programa presenta la respuesta correcta y un listado de estudiantes con la opción seleccionada por cada uno de ellos. Posteriormente la plataforma presenta los 5 mejores resultados, y cada estudiante puede conocer cuál es su puntuación y su posición en la clasificación. Las mejores puntuaciones serán las de quienes han contestado correctamente en el menor tiempo.

Llevando a la práctica esta herramienta de una forma sencilla consiste en lo siguiente:

- Una vez finalizada un bloque temático del contenido teórico de la asignatura de Biología Celular, se realiza una actividad formada por 10-20 preguntas cortas sobre lo tratado en clase que se proyectan en el aula, y el alumnado a través de su Smartphone responde a las mismas.
- A medida que las cuestiones vayan respondiéndose, el alumnado tendrá reflejado la marcha de los resultados en el proyector del aula. El o la docente recoge los indicios sobre el nivel de comprensión de la cuestión; lo que permite abrir un espacio para la resolución de las dudas sobre la materia.
- Se define entonces un logro asociado a competencias, estableciéndose un ranking en función de la rapidez con la que se contesta positivamente a cada cuestión.

Una vez realizado el cuestionario online en clase, el programa nos permite extraer información en una tabla Excel como: aciertos, errores y respuestas dadas por cada estudiante a las diferentes preguntas, así como el porcentaje global de preguntas correctas e incorrectas y la puntuación media del ejercicio. Y nos permite hacer una evaluación sencilla sobre los conocimientos adquiridos (Fig. 2).

<b>Biología Celular</b>				
<b>Final Scores</b>				
Players	Total Score (points)	Correct Answers	Incorrect Answers	
1	9073	8	1	
2	6855	7	2	
3	6550	7	2	
4	6521	7	2	
5	6373	7	2	
6	6171	6	3	
7	6011	7	2	
8	5819	6	3	
9	5731	6	3	
10	5695	6	3	
11	5461	6	3	
12	5344	6	3	
13	5258	6	3	
14	5224	6	3	
15	4894	6	3	

**Figura 2**

Tabla extraída del *Kahoot*, tras el juego, en el que podemos observar el número de aciertos y fallos de cada estudiante en el cuestionario realizado, así como la puntuación total del alumnado

Además, podemos conocer el grado de satisfacción del alumnado con la metodología empleada, así como, evaluar la asistencia y participación en clase dentro de la evaluación continua (Fig. 3).

Biología Celular			
Played on	8 Oct 2018		
Hosted by	Professor		
Played with	66 players		
Played	9 of 9 questions		
Overall Performance			
Total correct answers (%)	55,96%		
Total incorrect answers (%)	44,04%		
Average score (points)	4047,44 points		
Feedback			
How fun was it? (out of 5)	4,38 out of 5		
Did you learn something?	98,15% Yes	1,85% No	
Do you recommend it?	100,00% Yes	0,00% No	
How do you feel?	77,19% Positive	17,54% Neutral	5,26% Negative

**Figura 3**

Información extraída del *Kahoot*, informa acerca del número de asistentes, resultado general, y *feedback* con el grado de satisfacción del alumnado tras el juego

La experiencia preliminar de esta herramienta en la docencia de la asignatura de Biología Celular determinó que más del 80% del alumnado obtuvo resultados positivos, mientras que una cantidad variable de estudiantes (entre 10-20%) obtenían resultados negativos y cierta disconformidad con el empleo de esta herramienta. La totalidad de las personas participantes pudieron acceder al cuestionario sin mayores problemas, aunque durante su desarrollo alguno no pudo completarlo por problemas en la conexión u otros fallos técnicos. Asimismo, casi todos los y las estudiantes contestaron a las preguntas planteadas, salvo en los casos en los que no lo hacían por desconocer la respuesta o por transcurrir el tiempo sin seleccionarla. En este sentido, la inmensa mayoría del alumnado se decantó por el uso del teléfono móvil, seguidos de los ordenadores portátiles y las Tablet.

Esta experiencia piloto nos ha demostrado que aumenta la motivación del alumnado, pues aprenden la Biología Celular mientras participan en un juego dentro del aula. Y nos permite realizar un seguimiento de su proceso de aprendizaje, logrando un mejor rendimiento y aprovechamiento del tiempo por parte del alumnado de la asignatura de Biología Celular.

Los resultados positivos obtenidos en este trabajo preliminar indican que es necesario dar a conocer e incentivar la utilización de estos modelos de enseñanza y no desaprovechar la creciente utilización de dispositivos móviles en las generaciones en desarrollo.

Sin embargo, es importante destacar que el profesorado universitario debe elaborar concienzudamente las cuestiones o *Kahoots* para obtener resultados positivos de forma mayoritaria en el aula, planteando preguntas cortas y con una respuesta lo más precisa posible, evitando en todo momento ambigüedades que pueden distraer al alumnado y desviarlo del objetivo principal. A su vez, es importante destacar que el profesorado universitario debe continuar implementando esta metodología activa a través del uso de las TIC, y se precisa una comparación a lo largo del tiempo, en sucesivas promociones, para ver si esta herramienta realmente genera un efecto en los resultados académicos del alumnado.

## Conclusiones

A la vista de lo planteado anteriormente este recurso virtual de gamificación presenta una valoración positiva por parte del profesorado como del alumnado. Este sistema de juego basado en preguntas y respuestas fomenta la satisfacción del alumnado y el compromiso con su proceso de aprendizaje, creando un ambiente educativo cómodo, social y divertido muy diferente al conocido hasta ahora en las aulas universitarias.

Se incrementa la atención y participación del alumnado, motivándolo, puesto que se está realizando una actividad más atractiva. Se puede ofrecer un retroalimentación y asesoramiento de forma más activa y dinámica con la revisión de cada cuestión planteada, haciendo más hincapié en aquellas respuestas con un mayor índice de fallos, para aclarar conceptos o ideas que no han sido bien asimiladas. Así mismo facilita la evaluación del alumnado, haciendo un seguimiento del trabajo de cada estudiante. De esta manera se puede orientar y reforzar ciertos comportamientos dentro del proceso de enseñanza aprendizaje de cada estudiante y lograr que el conocimiento adquirido sea más significativo dentro de las competencias y metas educativas planteadas en la asignatura.

Se plantea un panorama en la educación superior donde los buenos resultados de la introducción de la Gamificación Educativa permiten la expansión y consolidación de esta excelente herramienta motivadora que reta a la comunidad universitaria a alcanzar los objetivos educativos utilizando esta herramienta, entre otros. Fomentando una sana competencia entre el alumnado y la incorporación de reglas, resultados cuantificables y parámetros entretenidos, que le dotan de un atractivo realista al proceso educativo.

## Bibliografía

- Córdoba M. Implantación de un modelo pluridisciplinar de evaluación formativa continua mediante la realización y análisis de pruebas objetivas desde nuevas plataformas on-line. *Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente* 2015. *Universidad Complutense*.
- Cuesta U. Uso «envolvente» del móvil en jóvenes: propuesta de un modelo de análisis». *Estudios sobre el mensaje periodístico* 2013, 18: 253-262.
- Fuertes A, García M, Castaño MA, López E, Zacaes M, Cobos M, Ferris R, Grimaldo F. Uso de herramientas de respuesta de audiencia en la docencia presencial universitaria. Un primer contacto. *Actas de las XXII Jemmi* 2016.
- Gaitán V. Alcalá de Henares: E-ducativa Educación Virtual S.A. *E-ducativa* 2013. <http://www.educativa.com/blog-articulos/gamificacion-elaprendizaje-divertido>.
- Gallego C, de Pablos C. La gamificación y el enriquecimiento de las prácticas de innovación en la empresa: un análisis de experiencias. *Intangible capital* 2013, 9(3): 800-822.  
<https://getKahoot.com/>.  
<https://kahoot.it/>.
- Judson E, Sawada AD. Learning from past and present: electronic response systems in college lecture halls. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching* 2002, 21(2): 167-181.
- Kapp KM. The Gamification of Learning and Instruction: Game Based Methods and Strategies for Training and Education. *Pfeiffer* 2012, New York.

- Kay RH, Lesage A. Examining the benefits and challenges of using audience response systems: a review of the literature. *Computers & Education* 2009, 53(3): 819-827.
- Marín-Díaz V. La gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. *Digital Education Review* 2015, 0 (27).
- Mcgonigal, J. Reality is broken: why games make us better and how they can change the world. *London: Vintage* 2012.
- Mora M, Calderón M, Rubio S. Kahoot, quizziz, plickers: Una nueva forma de evaluar mediante la gamificación en las aulas 2.0. En: Puebla B, Rubira R, Magro S, editores. Procesos de Comunicación en Entornos Educativos. *Egregius* 2018, (1): 135-153.
- Moya MM, Carrasco M, Jiménez MA, Ramón A, Soler C, Vaello MT. El aprendizaje basado en juegos: experiencias docentes en la aplicación de la plataforma virtual «Kahoot». *Actas XIV Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria* 2016.
- Pintor E, Gargantilla P, Herreros B, López M. «Kahoot en docencia: una alternativa práctica a los clickers». *XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria Educar para Transformar* 2014. Universidad Europea de Madrid.
- Rodríguez L. Role playing 2.0 en el grado de periodismo en Periodismo Digital y televisivo. Un reto profesional y de innovación docente en la universidad. *Dykinson* 2015.
- Salinas J. Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento* 2004, (1):1-16.
- Wang AI, Lieberoth A. The effect of points and audio on concentration, engagement, enjoyment, learning, motivation, and classroom dynamics using kahoot! *European conference on games-based learning* 2016, 738-746.
- Zarzycka E. Kahoot it or not? Can games be motivating in learning grammar? *Teaching English with Technology* 2014, 16 (3): 17-36.

## Capítulo 9

# Experiencia *Flipped Classroom* como herramienta de aprendizaje en el área de Biología Celular

Rocío Guzmán-Ruiz<sup>1,2,\*</sup>, Manuel D. Gahete<sup>1,2</sup>, Isabel Burón<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento Biología Celular, Fisiología e Inmunología, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain

<sup>2</sup> Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba/Hospital Universitario Reina Sofía, Córdoba, Spain

**Resumen:** La educación superior en España se encuentra en continua revisión del modelo de enseñanza-aprendizaje tras la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, la implementación de las herramientas TICs y la necesidad de una innovación docente de calidad. Todo ello implica cambios en las metodologías de enseñanza utilizadas hasta ahora en el marco de la universidad española. Así, el uso de nuevas metodologías de enseñanza se convierte en unas de las prioridades en el sistema educativo. En este sentido, los avances tecnológicos de los que disfruta la sociedad actual, hace casi imprescindible la inclusión de nuevas herramientas en el aula, y más aún en la educación superior, donde el acceso a las nuevas tecnologías es mayor. Por ello, el objetivo del presente trabajo ha sido evaluar la inclusión de una nueva metodología de innovación docente, el aula invertida o *flipped classroom*, con el fin de permitir la mejora del proceso de aprendizaje en el área de conocimiento de Biología Celular. Los resultados de esta experiencia muestran un grado de éxito muy elevado, tanto en el proceso de aprendizaje como en el nivel de aceptación por parte del alumnado universitario de grado y máster. En conclusión, el uso de esta herramienta facilita al alumnado el aprendizaje además de motivar el interés por materia en el área de conocimiento de la Biología Celular.

**Palabras clave:** Aula Invertida; Biología Celular; Grado; Máster.

---

\* Dirección de correspondencia a: Rocío Guzmán-Ruiz. Dpto. Biología Celular, Fisiología e Inmunología. Facultad de Ciencias, Campus de Rabanales. Edif. Severo Ochoa, planta 3.14014, Córdoba. Tel: +34957213778. Email: bc2gurur@uco.es

**Abstract:** Higher Education in Spain is immersed in a continuous revision of the teaching-learning model due to the adaptation to the European Prototype for Higher Education, the implementation of ICTs and the need for a teaching model with high quality standards. For these reasons, it is necessary to change the teaching-learning model, which implies changes in the teaching methodologies used to date within the Spanish University. Thus, the use of new teaching methodologies becomes one of the top priorities in the education system. In this sense, it seems crucial to incorporate in the classroom the technological advances that are currently available in society, including novel technologies, which are especially relevant in higher education, where access to new technologies is greater. Therefore, the objective of this project was to evaluate the introduction of a new methodology for teaching innovation known as Inverted Classroom, or Flipped Classroom, with the aim of improving the learning process in the area of Cell Biology. The results of this experience indicate a very positive success, both in the learning process and in the level of acceptance by the undergraduate and master's degree students. In conclusion, the use of this tool seems to facilitate the learning process and motivate the interest of the students in the area of Cell Biology.

**Keywords:** Flipped Classroom; Cell Biology; Bachelor; Master.

## Introducción

La adaptación de la educación española al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) tras la aprobación del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre del año 2007, unido al desarrollo de nuevas herramientas y metodologías docentes, han supuesto una innovación en las formas de generación y transmisión del conocimiento, y la necesidad de una formación continuada a lo largo de toda la vida. En este contexto, es necesaria una reforma de los métodos de aprendizaje utilizados hasta ahora en el aula universitaria. Dichos cambios, incluyen la búsqueda de nuevos métodos de enseñanza que permitan un mayor rendimiento del alumnado. Así, la búsqueda de nuevas metodologías docentes debe sustituir la tradicional clase magistral, donde el protagonismo se centraba en el o la docente, por una metodología más dinámica que incluya un cambio en este rol, siendo el alumnado más protagonista del proceso educativo, dejando al profesorado como un acompañante en este proceso. Dichas metodologías deben, además, ser adecuadas a la sociedad actual, así la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) puede ser clave en la enseñanza universitaria.

Las TICs se definen como aquellas herramientas informáticas que procesan, almacenan y recuperan información (Gonzalez y cols, 1996). El uso de dichas herramientas permiten al alumnado tener acceso a recursos y a un flujo de información que le permita analizar, ampliar y contrastar la información proporcionada por el profesorado a fin de tener los recursos necesarios para completar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, el uso de las TICs se ha asociado con una enseñanza más flexible, capaz de adaptarse al ritmo de trabajo de cada estudiante (Ferro y cols., 2009). Igualmente, favorece una mayor interacción alumnado-profesorado, favoreciendo una enseñanza más personalizada, y rompiendo las barreras espacio-temporales, facilitando los estudios a distancia (Ferro y cols., 2009). Todas estas ventajas se consiguen en parte, gracias al uso de internet como recurso educativo, llegando a crearse un nuevo concepto de educación en línea (*e-learning*) y al desarrollo de plataformas de aprendizaje y gestión académica (*Learning Management System*, LMS), que permiten el acceso a información del alumnado y generan espacios virtuales para el aprendizaje (Robles, 2004). De la misma manera, el desarrollo de estas plataformas de aprendizaje y la generación de espacios virtuales permite el desarrollo de nuevas metodologías docentes como el aula invertida (*Flipped Classroom*, FC).

El modelo pedagógico *flipped learning* permite al profesorado transferir los conocimientos de manera más dinámica al alumnado, proporcionando espacios docentes virtuales (Bergmann y Sams, 2014; Herreid y Schiller, 2013). En esta línea, el uso de la herramienta *Flipped Classroom* resulta clave, ya que permite transferir parte del proceso de aprendizaje fuera del aula para aprovechar más el tiempo de clase y la experiencia del profesorado que la imparte. Con ello se pretende trabajar una parte de la adquisición del conocimiento fuera del aula y potenciar la aplicación práctica de dicho conocimiento dentro del aula (<http://www.theflippedclassroom.es>). La metodología de aula invertida conlleva un cambio radical en el rol profesorado-alumnado, ya que en esta metodología el alumnado se convierte en el componente activo del proceso enseñanza-aprendizaje. Para ello, el alumnado debe aceptar un fuerte grado de compromiso y responsabilidad para asimilar la información, proporcionada por el profesorado, a fin de poder transformarla en conocimiento tras la aplicación práctica. Por el contrario, el profesorado se convierte en un acompañante del proceso de aprendizaje del alumnado. No obstante, para poder realizar una correcta aula invertida, el profesorado debe diseñar la actividad previamente y facilitar los conteni-

dos de la sesión así como material necesario para su realización. Además, deberá incluir un guion de la actividad que se va a realizar en la sesión presencial (Anderson y Krathwohl, 2001). Todo ello, permite un enfoque integral del proceso de enseñanza-aprendizaje, abarcando con éxito todas las fases de la dimensión cognitiva de la taxonomía de Bloom, alcanzando en cada materia de aprendizaje los 6 niveles: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación (Bloom, 1956). Así, la implementación de esta experiencia de aula invertida se considera una oportunidad de mejorar del interés del alumnado por el contenido de una asignatura, así como la adquisición de los conocimientos de manera más personalizada. Igualmente, las iniciativas del profesorado puede ser de gran utilidad y promover una mayor garantía de éxito.

Así, en base a todo lo anteriormente planteado, **el objetivo principal** de este trabajo ha sido la inclusión de esta nueva metodología de aprendizaje, hasta ahora no experimentada, como es el aula invertida, en asignaturas de grado y postgrado de diversas ramas de conocimiento de Biociencias, para el estudio de materias en el área de la Biología Celular.

## Métodos

Se realizaron dos experiencias independientes de aula invertida o experiencias *flipped classroom* (FC) sobre diferentes materias del área de Biología Celular en diferentes niveles académicos (grado y máster) durante los cursos 2016/2017 y 2017/2018, impartidos en la Universidad de Córdoba. Cada experiencia FC se realizó por parte del profesorado novel del Dpto. de Biología Celular, Fisiología e Inmunología de la Universidad de Córdoba en el marco del Plan Plurianual de Formación del Profesorado Universitario de la Universidad de Córdoba, el cual está orientado a mejorar las competencias profesionales del profesorado novel en el contexto de las actuales titulaciones oficiales y ámbitos de investigación. Cada docente novel desarrolló su experiencia FC de acuerdo con un plan de trabajo común y bajo un mismo modelo de acciones y herramientas. La experiencia se realizó a un total de 79 estudiantes de diferentes niveles académicos:

- i) Grado, en una sesión práctica de la asignatura optativa Comunicación e Integración Celular, del 4.º curso del Grado de Bioquímica. Realizaron la actividad un total de 45 estudiantes durante los años 2016/2017 y 2017/2018 (20 y 25 estudiantes, respectivamente).
- ii) Máster, en una sesión teórico-práctica de la asignatura Cultivos Celulares, común en los Másteres Universitarios de Biotecnología e Investigación Biomédica Translacional. En este caso, realizaron la actividad un total de 34 estudiantes de los años 2016/2017 y 2017/2018 (14 y 20 estudiantes, respectivamente).

En el caso de la asignatura de Grado, la duración de la sesión presencial fue de 3h y en el caso de la asignatura de Máster, la duración fue de 4h. Las asignaturas se seleccionaron en base a la participación docente del profesorado novel encargado, con el fin de que el profesorado tuviera conocimiento del perfil del alumnado y de la materia.

Para el desarrollo de cada experiencia de FC se ha preparado un guion de la actividad a realizar (en la que se le explicaba claramente al alumnado los diferentes pasos de la experiencia), un cuestionario de conocimientos, una micro-lección teórico-práctica en vídeo de 5-6 min (preparada por el propio profesorado novel), referencias bibliográficas como materia

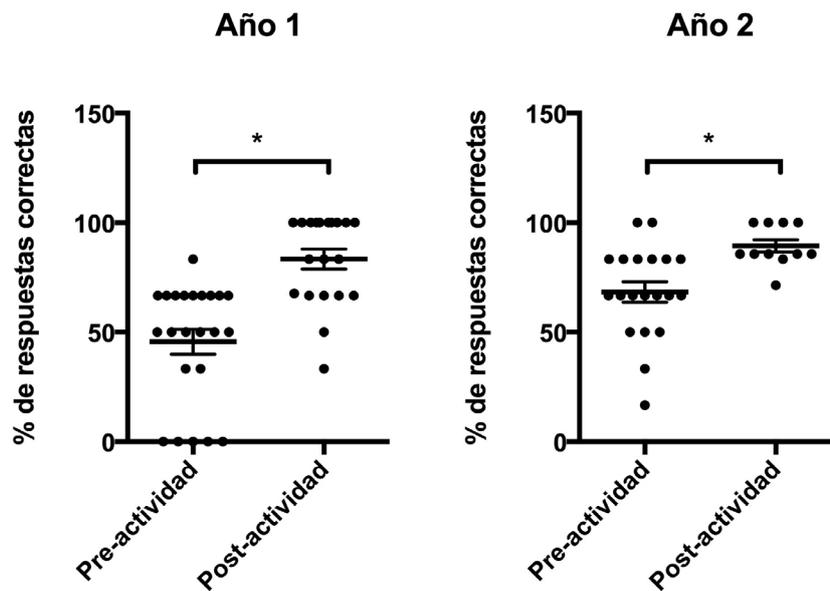
de apoyo, actividades presenciales (casos prácticos, actividades dirigidas, discusión de trabajos y/o artículos), y un cuestionario de satisfacción. Todo el material fue específico para cada actividad. Cada docente realizó un cuestionario con la herramienta «cuestionario» de *Moodle*, un guion de las tomas/imágenes y subtítulos para la microlección y lo locutó. El posterior montaje y edición del video se realizó en el servicio de medios audiovisuales de la Universidad de Córdoba. Por último, el cuestionario de satisfacción se realizó con la plataforma *Google Forms*. Para cada experiencia, el material se facilitó a través de la plataforma de *e-learning Moodle* 7 días antes de la sesión presencial.

Para realizar la actividad de FC, se implementó un recurso didáctico en forma de tarea que contenía el cuestionario de conocimientos, seguido de una micro-lección a la que se accedía después de completar por primera vez el cuestionario de conocimientos. Tras esto, en la sesión presencial se realizaron diferentes actividades de aplicación de los conocimientos (casos prácticos, actividades dirigidas, discusión de trabajos y/o artículos), seguido de un breve resumen por parte del profesorado de los principales puntos y conclusiones más relevantes. Finalmente, el alumnado realizó nuevamente el cuestionario de conocimientos que sirvió para evaluar la utilidad de la actividad de FC. Por último, se realizó el cuestionario de satisfacción por parte del alumnado. Dicho cuestionario siguió unos estándares habituales de consulta de opinión de procesos (perfil del encuestado, metodologías, recursos, resultados y valoración personal). El cuestionario de satisfacción se realizó una vez finalizada la experiencia. En conjunto, la calificación final relacionada con la actividad tuvo en cuenta los resultados del cuestionario realizado antes y después de la actividad. La calificación de la actividad de FC se tuvo en cuenta en la evaluación final de la asignatura, con un peso total del 5-10%, según la asignatura.

## Resultados

Las experiencias piloto de FC se realizaron en asignaturas de Grado y Master impartidas por profesorado novel del Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología, Área de Biología Celular, durante los años 2016/2017 y 2017/2018. Para valorar el impacto de la experiencia FC en el aprendizaje del alumnado se realizó un cuestionario antes a la actividad (pre-actividad) de conceptos teórico-prácticos relativos a la materia sobre la que se realizó dicha experiencia de FC, con el fin de analizar el nivel de conocimiento previo sobre el tema del alumnado y poder medir mejor la eficacia de dicha experiencia. El mismo cuestionario se realizó antes (pre-actividad) y después (post-actividad) de la sesión práctica.

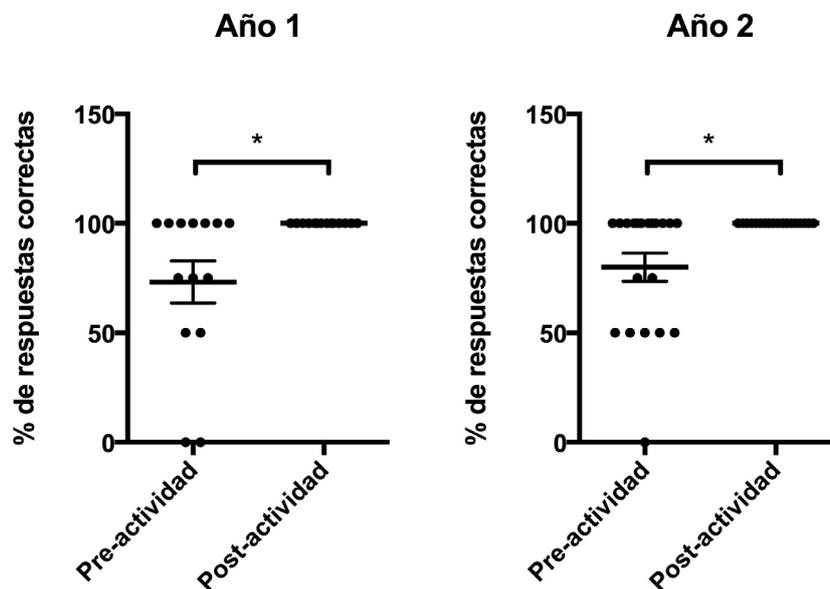
La experiencia de Grado se realizó sobre un total de 45 estudiantes, matriculados durante los cursos 2016/2017 y 2017/2018, en la asignatura optativa de *Comunicación e Integración Celular*, del 4.º curso del Grado de Bioquímica. De los 45 estudiantes, un total de 43 (23 y 20 en los cursos 2016/2017 y 2017/2018, respectivamente) participaron en la encuesta (pre-actividad), y de ellos únicamente, 31 (20 y 11 en los cursos 2016/2017 y 2017/2018, respectivamente), llegaron a completar la encuesta (post-actividad). Los resultados derivados de la experiencia de Grado mostraron en una primera evaluación como los y las estudiantes incrementaron un 37% el conocimiento sobre la materia en el año 2016/2017, y un 20% en el año 2017/2018, tras la experiencia FC (Figura 1), lo que parece indicar un efecto positivo de dicha experiencia en el alumnado de Grado.



**Figura 1**

*Evaluación de los conocimientos antes (PRE) y después (POST) de la experiencia Flipped Classroom en el Grado de Bioquímica. La experiencia completa se evaluó sobre un total de 31 estudiantes (20 y 11, respectivamente). Los datos se expresaron como el porcentaje de respuestas acertadas y se representaron como la media  $\pm$  error estándar de la media.*

\* $p < 0.05$ . Prueba T test muestras pareadas



**Figura 2**

*Evaluación de los conocimientos antes (PRE) y después (POST) de la experiencia Flipped Classroom en los Másteres Universitarios. La experiencia se realizó sobre un total de 34 estudiantes matriculados en dos años sucesivos (2016/2017 y 2017/2018). Los datos se expresaron como el porcentaje de respuestas acertadas y se representaron como la media  $\pm$  error estándar de la media.*

\* $p < 0.05$ . Prueba T test muestras pareadas

De igual forma, la experiencia de Máster se realizó sobre un total de 34 estudiantes, matriculados durante los años 2016/2017 y 2017/2018, en la asignatura de *Cultivos Celulares*, común en los Másteres Universitarios de Biotecnología e Investigación Biomédica Translacional. De los 34 estudiantes, un total de 33 (14 y 19 en los años 2016/2017 y 2017/2018, respectivamente) participaron (pre-actividad) y completaron la encuesta (post-actividad). Estos cuestionario de conocimientos sobre el tema también mostraron la capacidad de la experiencia de FC para inducir el aprendizaje en el alumnado de Master, ya que se incrementó el numero de respuestas correctas entre el cuestionario pre-actividad y post-actividad en un 27% el primer año (2016/2017 ) y un 20% el segundo año (2017/2018) (Figura 2), lo que confirma un efecto positivo de dicha experiencia también en el alumnado de Master.

A continuación, para analizar la aceptación de la experiencia FC, el alumnado realizó un cuestionario de satisfacción (tabla 1) para valorar el apoyo audiovisual y los recursos aportados por el profesorado, así como su grado de satisfacción, aprovechamiento y motivación con respecto a la experiencia.

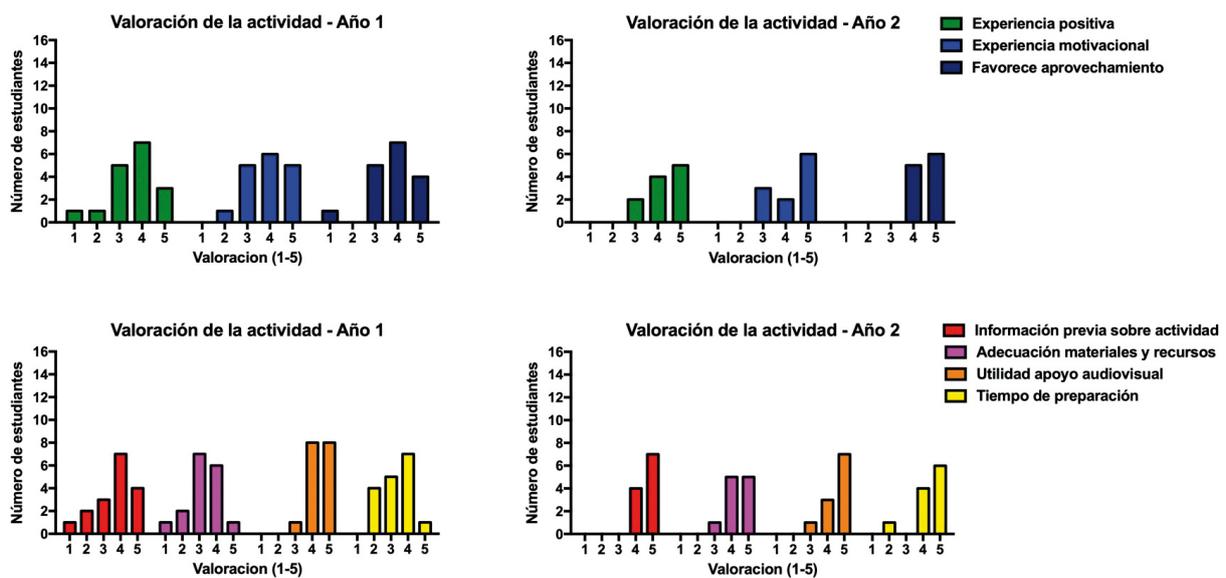
**Tabla 1**

Cuestionario de preguntas para la evolución subjetiva de la experiencia

	Enunciado
Pregunta 1	Me ha parecido una experiencia positiva que mejora la actividad de aprendizaje
Pregunta 2	He estado informado de los objetivos y metodología de esta experiencia desde el inicio
Pregunta 3	Me parece que esta experiencia resulta más motivadora que la clase tradicional
Pregunta 4	Se aprovecha mejor el tiempo presencial y mejora el aprendizaje de los contenidos correspondientes
Pregunta 5	Los materiales y recursos proporcionados para el estudio y preparación han sido adecuados
Pregunta 6	Valora la utilidad didáctica del video proporcionado
Pregunta 7	En mi caso, me dio tiempo a revisar y preparar los recursos antes de la sesión presencial

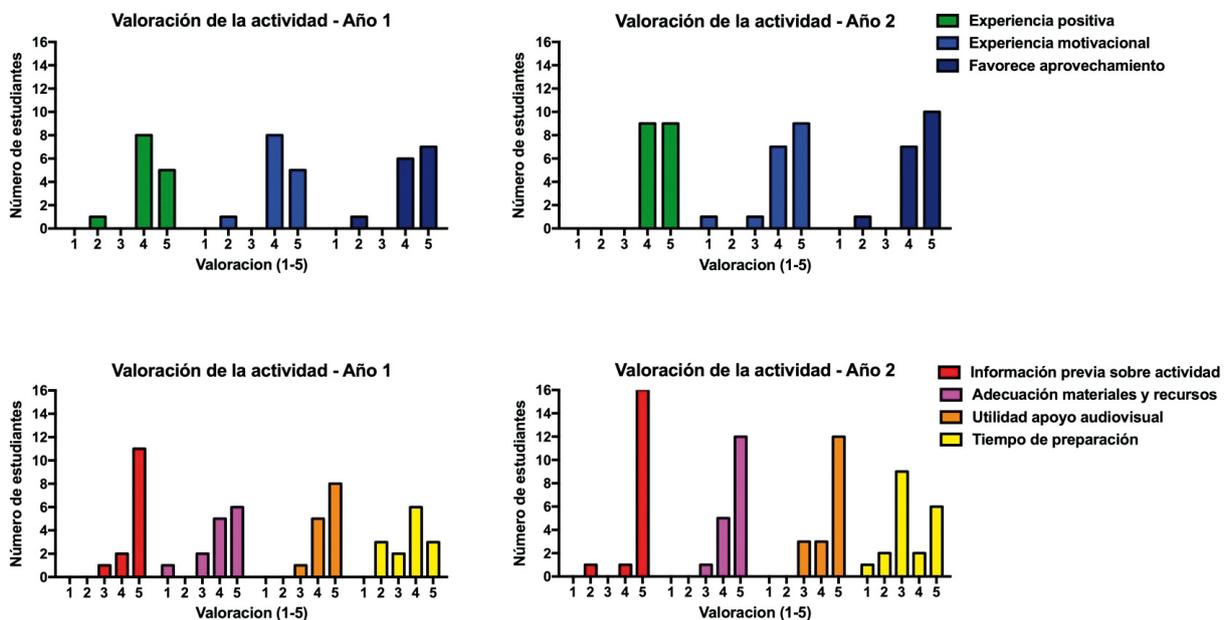
Como se observa en la Figura 3, el alumnado de grado destacó con mayor positividad la motivación propia y los recursos audiovisuales utilizados. En esta ocasión, de los 45 estudiantes, un total de 28 (17 y 11 estudiantes en los años 2016/2017 y 2017/2018, respectivamente) participaron en la encuesta.

CAPÍTULO 9  
EXPERIENCIA *FLIPPED CLASSROOM*  
COMO HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE BIOLOGÍA CELULAR



**Figura 3**

*Evaluación de la utilidad y recursos utilizados para la experiencia docente Flipped Classroom en el Grado de Bioquímica.* La experiencia se realizó sobre un total de 45 estudiantes matriculados en dos años (2016/2017 y 2017/2018), sin embargo, solo 28 estudiantes (17 y 11 estudiantes en los años 2016/2017 y 2017/2018 respectivamente) contestaron el cuestionario. Los datos se midieron con una valoración 1-5 siendo 1 poco positivo y 5 muy positivo



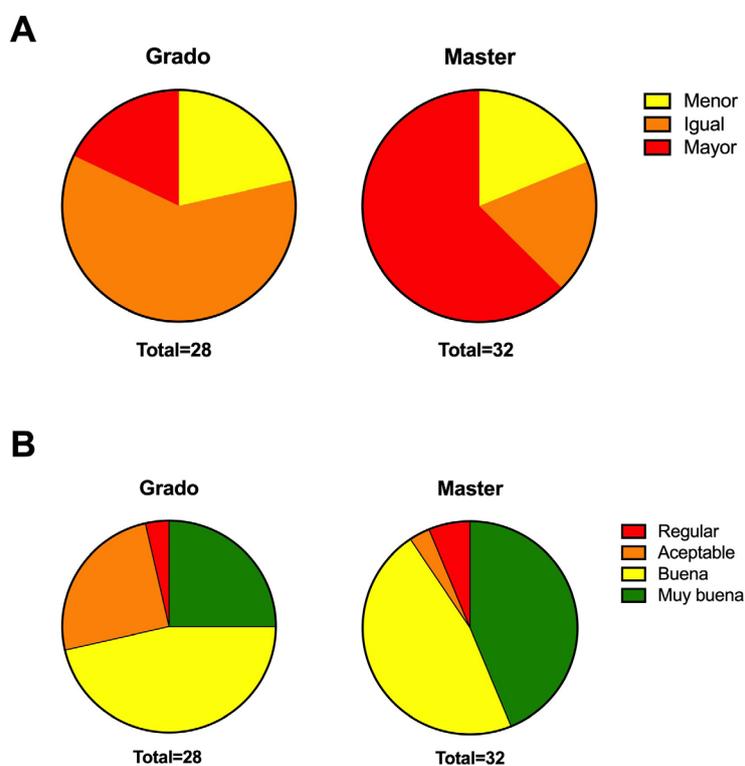
**Figura 4**

*Evaluación de la utilidad y recursos utilizados para la experiencia docente Flipped Classroom en Másteres Universitarios.* La experiencia se realizó sobre un total de 34 estudiantes matriculados en dos años sucesivos (2016/2017 y 2017/2018); de ellos, 32 (14 y 18, respectivamente) completaron la encuesta de satisfacción. Los datos se midieron con una valoración 1-5 siendo 1 poco positivo y 5 muy positivo

Igualmente, el alumnado de Máster destacó con mayor positividad la motivación propia y los recursos audiovisuales utilizados. Piensan que este tipo de experiencias favorecen el aprovechamiento y, en definitiva, lo valoran positivamente.

Estos resultados ponen de manifiesto una evaluación muy positiva del proceso de aprendizaje que muestra la utilidad de este tipo de experiencias y la motivación por parte del alumnado, lo que resulta clave para el proceso de aprendizaje. El uso de nuevos recursos audiovisuales parece ser también un componente crucial en esta experiencia.

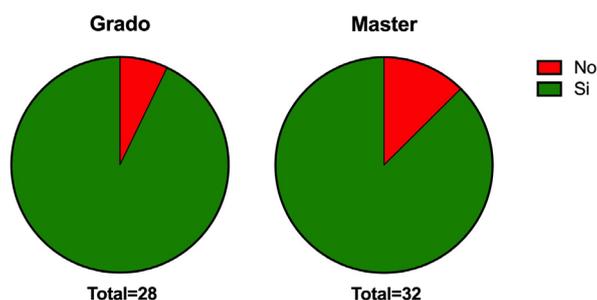
Además, también se solicitó que valorasen el grado de esfuerzo que le suponía este tipo de experiencia frente al método tradicional hasta ahora impartido. Como se observa en la Figura 5A, la inclusión de esta experiencia no supone un mayor esfuerzo para el alumnado de Grado, aunque en este caso, sí que parece suponer un mayor esfuerzo por parte del alumnado de Máster. Sin embargo, el alumnado de ambos niveles (Grado y Máster) ha mostrado un elevado grado de satisfacción con la experiencia, mostrando una valoración final de buena o muy buena en su gran mayoría (Figura 5B).



**Figura 5**

Valoración del esfuerzo al realizar la actividad en comparación con el método clásico de enseñanza (A) y grado de satisfacción del alumnado con la experiencia (B)

Finalmente, se solicitó al alumnado que participó en la experiencia *Flipped Classroom*, tanto de Grado como de Máster, una evaluación de su posibilidad de transferencia a otras asignaturas. Nuevamente, como se observa en la Figura 6, los resultados mostraron una elevada capacidad de transferencia a otras asignaturas.



**Figura 6**

Transferencia de la experiencia a otras actividades docentes

## Discusión

En este trabajo se han realizado varias experiencias piloto de FC en asignaturas de Grado y Master impartidas por profesorado novel del Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología de la Universidad de Córdoba, Área de Biología Celular, durante los años 2016/2017 y 2017/2018. Los resultados de esta experiencia FC han mostrado un grado de éxito muy elevado, tanto en el proceso de aprendizaje como en el nivel de aceptación por parte del alumnado universitario de grado y máster. En concreto, la incorporación de esta experiencia ha resultado ser muy positiva, tanto en el proceso de aprendizaje como en la aceptación por parte del alumnado. En este sentido, estudios similares realizados en otras universidades españolas muestran resultados igualmente satisfactorios en otras áreas como informática, química o medicina (Del Pino y cols., 2016; Prieto y cols., 2016; Sáez y cols., 2014; Sánchez-Camacho y cols., 2014). En estos estudios se observó que la aplicación de esta metodología FC aumentó la motivación y la implicación del alumnado en el proceso de aprendizaje de la asignatura. Además, también se observó una notable mejora en las calificaciones obtenidas al realizar pruebas de evaluación semejantes en estructura, contenido y dificultad (Del Pino y cols., 2016; Prieto y cols., 2016; Sáez y cols., 2014; Sánchez-Camacho y cols., 2014). No obstante, la aceptación de este tipo de metodologías por parte del alumnado puede ser ciertamente variable, dependiendo más de la implicación de las y los estudiantes. Así, lo demuestra el estudio realizado por Flores y cols. En 2017, que aplicó la metodología FC en diferentes titulaciones y contextos académicos. Los resultados obtenidos mostraron una elevada variabilidad según el curso. Así, aunque la valoración de esta metodología fue positiva, destacando principalmente una elevada capacidad de flexibilidad para el estudio. No obstante, parte de éxito de estas metodologías parece depender de la implicación del alumnado (Flores y cols., 2017). Resultados similares se obtuvieron en el estudio realizado por De las Heras (2017) donde se observó una buena valoración de la metodología FC, al igual que la metodología clásica de la clase magistral, que mostró una aceptación similar (De las Heras, 2017). En nuestro estudio, la elevada aceptación y satisfacción por parte del alumnado abre las puertas a su inclusión en otras asignaturas, poniendo de manifiesto su gran eficacia y utilidad. Si bien es cierto que el número de alumnos y alumnas no es muy elevado, la posibilidad de realizar la experiencia en años consecutivos muestra una alta consistencia en los resueltos obtenidos y evidencia que los resultados son muy prometedores.

En cuanto a los recursos metodológicos utilizados para la valoración de la experiencia FC, en nuestro estudio se utilizó la técnica Pre/Post actividad. Dicha técnica permite obtener resultados cuantitativos de la experiencia realizada, favoreciendo la obtención de conclusiones, y siendo la más valoradas respecto al uso de otras técnicas cualitativas como el cuestionario, las encuestas o la prueba escala (Galindo-Domínguez, 2018).

Otro elemento que ha resultado ser clave en los resultados tan positivos obtenidos, tanto en el proceso de aprendizaje como en la aceptación por parte del alumnado, ha sido el uso de recursos audiovisuales para el proceso de aprendizaje, lo que evidencia la necesidad de la inclusión de este tipo de metodologías así como otras TICs en la elaboración del material necesario para el proceso de aprendizaje en el aula universitaria.

Finalmente, la participación del profesorado novel ha facilitado la integración de este tipo de nuevas metodologías y de uso de recursos didácticos mediante el uso de las TICs en la práctica educativa siendo también un punto clave en el desarrollo de la experiencia. Además, la obtención de los resultados tan positivos derivados de un trabajo, principalmente realizado por personal novel, supone un estímulo para continuar la actividad de innovación y mejora en su labor docente e implementar la metodología FC.

## Conclusiones

El uso de la herramientas aula invertida o *flipped classroom*, resulta muy positiva en el proceso de aprendizaje del alumnado en materias propias del área de Biología Celular, destacando el grado de aprovechamiento y motivación del alumnado hacia el desarrollo de nuevas experiencias de innovación docente.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la concesión de dos Proyectos de Innovación y Buenas Prácticas Docentes (2017-2-2003 y 2018-1-2007) financiados por la Universidad de Córdoba. Los autores desean agradecer además al Servicio del Aula Virtual de la Universidad de Córdoba por su disponibilidad y asesoramiento técnico en la producción de videos y otros contenidos de Moodle, y al Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología por el apoyo en infraestructuras, recursos docentes específicos y gestión administrativa.

## Bibliografía

- Anderson LW y Krathwohl D. A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, 2001. ISBN: 080131903X.
- Bergmann J y Sams A. Flipped Learning: Gateway to Student Engagement. *International Society for Technology in Education (ISTE)*, 2014. ISBN: 9781564843449.
- Bloom BS. Taxonomy of educational objectives, Handbook I: cognitive domain, 1956. ISBN-13: 978-0582280106.

- De las Heras García MA. Un ensayo sobre docencia y aprendizaje de la asignatura Obligaciones y Contratos en el actual Grado de Derecho. *Investigación en docencia universitaria. Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa*, 2017, pp. 157-166.
- Del Pino B, Prieto B, Prieto A, Illeras F. Utilización de la metodología de aula invertida en una asignatura de Fundamentos de Informática. *Enseñanza y Aprendizaje de Ingeniería de Computadores*, 2016, (6) pp: 67-75.
- Ferro C, Martínez AI, Otero MC. Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EDUTECH, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 2009. Núm. 29.
- Flores VM, López Rodríguez D, Lax Zapata P. Técnicas docentes y plasticidad como requerimientos de eficacia didáctica. *Investigación en docencia universitaria. Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa*, 2017, pp. 597-605.
- Galindo-Domínguez H. Un meta-análisis de la metodología *flipped classroom* en el aula de educación primaria. *EDUTECH Revista Electrónica Educativa*, 2018, (63) pp. 73-85.
- González A, Gisbert M, Guillem A, Jiménez B, LLadó F, Rallo R. Las nuevas tecnologías en la educación. *Redes de comunicación, redes de aprendizaje*. Universitat de les Illes Balears: EDUTECH'95, 1996. pp. 409-422.
- Herreid CF y Schiller NA. Case Studies and the Flipped Classroom. *Journal of College Science Teaching* 2013, 42, pp. 62-66.
- <http://www.theflippedclassroom.es>.
- Prieto A, Prieto B, Del Pino B. Una experiencia de flipped classroom. *XXII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática*, 2016.
- Robles A. Las plataformas en la educación en línea. *Revista Electrónica e-formadores*, 2004, Nro. 04.
- Sáez B, Viñegla S, Piedad M. Una experiencia de flipped classroom. *Actas XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*, 2014, pp. 345-352).
- Sánchez-Camacho C, Azpeleta C, Gal B, Suárez F. Flipped classroom como herramienta para la integración de contenidos en asignaturas básicas de la titulación de medicina. *Actas XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*, 2014, pp. 189-196.

## Capítulo 10

# La interrelación de asignaturas e integración de conceptos como herramienta para fomentar la motivación del alumnado de primero de Medicina

Laura Gómez-Santos, Aitor Benedicto, Antonia Álvarez, Beatriz Arteta\*

Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería,  
Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, Spain

**Resumen:** En el grado en Medicina, las llamadas asignaturas «preclínicas» generalmente se alejan del ideal que el alumnado posee de lo que debe aprender, provocando cierta desmotivación. Otro problema es el carácter básico de las llamadas «Ciencias Bio», que fomenta en el alumnado una falsa confianza en los conocimientos supuestamente aprendidos, provocando que su actitud resulte más pasiva en comparación a la que muestran frente a las llamadas Ciencias Médicas de carácter más sanitario. En este trabajo, nuestro esfuerzo se centró en que el alumnado del primer curso del grado en Medicina, reconociera a las asignaturas de Biología Celular y Genética y Biología del Desarrollo como parte importante de las Ciencias Médicas, participara activamente en su propio proceso de aprendizaje y aprendiese a integrar y conectar distintos conceptos y teorías entre sí. Como marco docente empleamos la modalidad de prácticas de aula. En cada una de ellas se planteó una situación ficticia en forma de caso clínico adaptado a la materia específica a impartir, interrelacionando ambas asignaturas y conectando distintos conceptos biológicos y genéticos con la clínica. Las cuestiones a analizar y resolver por el alumnado se trabajaron en forma de preguntas de respuesta corta, dando oportunidad de trabajar y desarrollar competencias transversales tales como la capacidad analítica y de resolución. A lo largo del desarrollo de las sesiones, pudimos comprobar que esta metodología permitió al alumnado captar la importancia que las asignaturas «pre-clínicas» tienen dentro del área de ciencias de la salud, a la vez que se comprobó un avance en el desarrollo

---

\* Dirección de correspondencia a: Beatriz Arteta, Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Barrio Sarriena, s/n, 48940 Leioa, Spain. Tel.: +34-94-6012881. Fax: +34-94-6013226. Email: beatriz.arteta@ehu.eus

de su capacidad crítica y analítica. Finalmente, mediante la realización de una encuesta, constatamos la aprobación y buena disposición del alumnado, que consideró estas prácticas como facilitadoras de su proceso de aprendizaje, lo cual nos anima a su implementación definitiva en el grado.

**Palabras clave:** Medicina; casos clínicos; biología; genética; competencias transversales

**Abstract:** The goal of this study was to explore different methods to motivate the students of the first year of Medical Studies, and encourage them to get involved and participate in their own learning process by giving them the tools to improve their appreciation of pre-clinical subjects, such as Cell Biology and Genetics and Developmental Biology. To this end, we implemented an approach on experimental education following an in-class strategy. The activities proposed were based on practical case studies. Each case was contextualized and adapted to the specific subject followed in each practical session. After the presentation of the case, the students were allowed to discuss it in order to answer the questions presented in-class. The questions posed were designed to allow the integration of concepts within the same subject and other closely related ones. This approach also gave an opportunity to work and develop certain transversal competences, such as analytical capacity. Throughout the development of the face-to-face sessions, the lecturers could see how these activities allowed the students to grasp the importance of the knowledge acquired in previous lectures within the area of health sciences. These strategies were an important tool to address and manage the critical and analytical thinking of the students. Finally, we conducted a survey to collect the students' opinions about the utility of such strategies within the context of the course, and we recorded their approval and willingness to implement the methodology based on adapted clinical cases.

**Keywords:** Medicine; medical case studies; biology; genetics; transversal competences.

## Introducción

El alumnado del primer curso del grado en Medicina, como en todos los grados bio-sanitarios, parte de un conocimiento básico de la célula y de los procesos biológicos aprendidos a lo largo del bachiller, o de los cursos previos al ingreso en la universidad, que lleva a que se sientan familiarizados con asignaturas englobadas dentro del conjunto de las asignaturas pre-clínicas, como Biología Celular y Genética. Posiblemente en consecuencia, estas asignaturas son inicialmente bien consideradas por parte del conjunto de estudiantes. Sin embargo, el equipo docente de estas disciplinas hemos comprobado que, a medida que avanza el curso y se incrementa la dificultad de la materia impartida, el grado de confianza que el alumnado tiene en los conocimientos previamente adquiridos va disminuyendo, por lo que tienden a desmotivarse y tomar un papel más pasivo en su aprendizaje. Con ello, la buena consideración de la que inicialmente gozaban estas asignaturas, va paulatinamente transformándose en un incipiente sentimiento de poca empatía.

El origen de este desánimo parece residir en una dificultad para encontrar una relación clara entre los procesos biológicos y celulares estudiados con el desarrollo de alteraciones fisiológicas y patologías cuando éstos se ven modificados. Además de esto, les resulta complicado encontrar el nexo de unión entre distintos conceptos o procesos biológicos estudiados en la misma asignatura y también para relacionar éstos con la materia impartida por asignaturas afines. Desde nuestro punto de vista, esto se debe a que tienden a estudiar de forma secuencial y cronológica, aislando los bloques temáticos y las asignaturas unas de otras, individualizándolas como si fueran nichos estanco e independientes, sin relacionar las diferentes teorías y, en consecuencia, sin llegar a ver la célula y, en definitiva, el organismo, como un todo.

Por ello, el objetivo que nos planteamos fue desarrollar una metodología que, por un lado, mostrase claramente a nuestro alumnado la relevancia médica de los conocimientos que se les imparte en las asignaturas pre-clínicas del grado y, por otro lado, hacerles ver la necesidad de integrar conceptos y materias pertenecientes a áreas afines dentro de un contexto global. Con todo ello, pretendíamos mejorar su consideración hacia este tipo de materias a la vez que crear una base común que nos permitiese establecer relaciones verticales entre distintas asignaturas, incluso pertenecientes a cursos superiores, en nuestro caso, el ejemplo más directo es con la Histología y la Anatomía Patológica, de segundo y tercer curso, respectivamente. Así mismo, buscamos que el método a implementar permitiera desarrollar competencias transversales tales como la capacidad de análisis, de resolución o de comunicación, comunes a diferentes asignaturas del primer curso del grado pero que, generalmente, quedan relegadas a un segundo plano, en favor de las competencias específicas de cada una de ellas. La decisión de prestar atención a este tipo de competencias transversales se basa en las carencias que hemos captado en nuestro alumnado y que consideramos fundamental que adquieran de cara a su desarrollo como futuros y futuras profesionales del ámbito sanitario.

En este contexto, consideramos que el aprendizaje por experiencias podría proporcionar una solución efectiva a este problema, al basarse en la aplicación de la teoría y el contenido académico más allá del aula, a situaciones del mundo real, combinando la experiencia directa con la reflexión. Consideramos que esta aproximación, enfocada en desarrollar competencias propias del grado en Medicina, proporcionaría óptimos resultados de aprendizaje basados en

el curso. Además, uno de los puntos fuertes de este método docente es la necesidad de una participación activa del alumnado en la actividad propuesta, consiguiendo con ello la implicación activa del grupo de estudiantes en la construcción significativa de su conocimiento. Este tipo de docencia puede aumentar el aprendizaje de los y las alumnas a través de diferentes tipos de estrategias; centradas en el aula, en la comunidad o en el trabajo (Kolb and Kolb, 2010). En nuestro caso, se eligieron estrategias centradas en el aula. Entre los diferentes tipos de actividades de aprendizaje pertenecientes a esta categoría podemos encontrar juegos de rol, casos de estudio, realización de port-folio, ponentes invitados, etc. En esta ocasión, el método de enseñanza escogido fue plantear la materia a impartir en forma de casos clínicos, tanto imaginarios como reales, en cuya resolución el alumnado participara de forma activa y no como un mero receptor de información, lo que se considera una gran fortaleza en la enseñanza (Crang-Svalenius y Stjernquist, 2009; Schwartz, 2014).

## Métodos

Para facilitar un contexto integrador en el desarrollo de la materia utilizamos la modalidad de prácticas de aula. En ellas participan aproximadamente 45-50 alumnos/as repartidos/as en pequeños subgrupos de 4 o 5 en los que se trabaja de forma colaborativa. La asignatura de este estudio, Genética y Biología del Desarrollo, cuenta con 6 ECTS y se desarrolla en el segundo cuatrimestre del primer curso del grado de Medicina. El número de sesiones de prácticas de aula asciende a once. El profesorado responsable de la docencia de esta asignatura, en su casi totalidad, constituye también el equipo docente de la asignatura de Biología Celular, impartida en el primer cuatrimestre del curso y que también cuenta con 6 ECTS.

En cada una de las sesiones, se presentó un caso clínico adaptado a los conceptos biológicos y genéticos que, según el temario de la asignatura, se debían impartir. En su mayoría, consistieron en una adaptación del repositorio existente en la base de datos del Centro Nacional para la Docencia mediante Casos de Estudio en Ciencias (NCCSTS) de la Universidad de Buffalo (USA), donde pueden consultarse diferentes casos de estudio desarrollados con el propósito de simular eventos que tienen lugar en la vida real. A la hora de adaptar y diseñar el contenido de cada sesión práctica se tuvo en consideración plasmar, de modo sencillo y directo, la relación entre los nuevos conceptos a mostrar y la patología seleccionada, que sería el hilo conductor de la práctica. Otro de los aspectos que se tuvo en cuenta fue hacer que la sesión presencial fuese entretenida y dinámica, impidiendo en la medida de lo posible que el alumnado «desconectase» de la actividad. Para evitarlo, ésta se dividió en diferentes bloques, intercalando exposiciones orales cortas con planteamientos prácticos o cuestiones a resolver de modo rápido por parte de los alumnos y alumnas.

A modo de ejemplo, presentaremos el caso clínico planteado en la práctica de aula correspondiente al cáncer, una adaptación del caso «*Pero... ¡si soy demasiado joven!*» del NCCSTS. El desarrollo de la actividad se dividió en cuatro bloques. Al comienzo de la sesión presencial, en el primer bloque, se plantea al alumnado el caso de María, una estudiante universitaria de Biología que acude a la consulta de la Dra. García con motivo de un dolor abdominal que presenta desde hace varios días. Para su diagnóstico, se le realiza una ecografía que revela la presencia de una masa en el ovario derecho. La Dra. García le comenta a María el hallazgo y que, para determinar si se trata de un quiste o un tumor, se deben analizar los

niveles de CA125, un marcador tumoral. El resultado del análisis revela que los niveles de CA125 de María son superiores a los que corresponden a un paciente normal. Tras esta introducción se le plantea al alumnado una serie de preguntas que deberán debatir en grupo y posteriormente exponer al resto de participantes. Entre ellas se encuentran las siguientes: «¿Es lo mismo quiste que tumor?», «¿Existe la posibilidad de que María padezca cáncer en lugar de un quiste?», «¿Cuál es la diferencia entre cáncer y tumor?», «¿Qué es verdad acerca de todos los cánceres?», «Un tumor maligno es más peligroso que uno benigno porque...». Con este tipo de preguntas se busca mostrar al alumnado, de forma clara, la diferencia entre diferentes términos relacionados con la tumorigénesis que, habitualmente, tienden a confundir. Además, se da pie tanto a revisar las características que hacen que un tumor sea considerado benigno o maligno, como las características generales de todo tipo de cáncer.

En el segundo bloque se trató de profundizar en la genética del cáncer y en la diferencia entre cáncer esporádico y cáncer hereditario. A modo de relato literario se muestra al alumnado la conversación entre María y la Dra. García en la que ésta última explica que, desgraciadamente, a María se le ha encontrado una mutación en el gen BRCA1, por lo que le aconseja llevar a cabo la extirpación de los dos ovarios. Posteriormente, se procede a plantear las cuestiones relacionadas; «¿Por qué el cáncer afecta principalmente a gente mayor más que a gente joven como María?», «¿Por qué consideras que María, aún siendo tan joven, ha desarrollado un cáncer?», «Considerando que la mutación en el gen BRCA1 en las células de María supone una pérdida de función del mismo ¿qué tipo de «gen del cáncer» se considerará?», «¿Por qué crees que la Dra. García le recomienda a María extirpar los dos ovarios si sólo hay uno afectado?». Este tipo de cuestiones o planteamientos, permiten trabajar competencias transversales tales como la capacidad para trabajar en equipo y la capacidad analítica y resolutoria, al implicar su resolución un análisis colaborativo previo de la casuística planteada. Además, introducir el caso clínico como si de una novela o una película se tratara, permite en cada sesión presencial repartir los diferentes personajes entre el alumnado y trabajar el caso seleccionado desde un prisma interpretativo y dramático, aportando con ello un carácter novedoso y lúdico a la actividad que no solo motiva a los alumnos y alumnas evitando su «desconexión», sino que además permite trabajar otro tipo de competencias transversales como la comunicación y la espontaneidad. En este ejemplo, se solicitaron voluntarios y voluntarias para hacer los papeles de María y de la Dra. García. Estos papeles pueden mantenerse a lo largo de todas las intervenciones de la sesión presencial o pueden cambiarse los estudiantes participantes en cada uno de los bloques.

En el tercer bloque de la práctica de aula se buscó relacionar la materia correspondiente al estudio del cáncer con la materia aportada en un bloque temático anterior, el correspondiente a la regulación génica. Para ello, se plantea una conversación entre María y la Dra. García en la que María le pregunta acerca de un estudio que ha leído sobre un miRNA que consigue mitigar el avance del cáncer de ovario en ratones. Las preguntas relacionadas con este bloque fueron; «¿Cómo actúan los miRNAs?», «¿Resulta factible aplicar un tratamiento con ese miRNA a María?». Con estas cuestiones, además de interrelacionar conceptos vistos en la asignatura en diferentes tiempos, se aporta al alumnado una visión realista del estudio del cáncer, algo que, generalmente, les suscita mucho interés, por lo que despierta su motivación.

Finalmente, en el cuarto y último bloque de la actividad, se hizo especial hincapié en relacionar los nuevos conceptos teóricos con otros previamente impartidos en la asignatura de

Biología Celular, en el primer cuatrimestre. En este bloque, la Dra. García se reúne con María tras la operación en la que se le han extirpado los dos ovarios. Le comenta que todo ha ido muy bien y le explica que le van a administrar un tratamiento quimioterápico con Taxol, un bloqueante de la desarticulación del huso mitótico. La doctora le recomienda raparse el pelo antes de comenzar con la quimioterapia. Las cuestiones sugeridas fueron; «¿Cuál es el fundamento de la utilización del Taxol como agente quimioterápico?», «¿Por qué se asocia la quimioterapia con la pérdida de pelo?». La resolución de estas preguntas permiten repasar conceptos relacionados con el citoesqueleto, más concretamente con los microtúbulos, y su implicación en la división mitótica, aportando al alumnado un nexo de unión claro entre los conceptos trabajados anteriormente en la asignatura de Biología Celular y los nuevos conceptos mostrados en Genética y Biología del Desarrollo. Además, con la pregunta referente a la caída del cabello como consecuencia del tratamiento quimioterápico, se consigue conectar conocimientos adquiridos en la asignatura de Genética y Biología del Desarrollo con conceptos que posteriormente estudiarán en las asignaturas de Histología del segundo curso del grado, al relacionar el concepto del crecimiento del pelo con el epitelio de la piel y la división celular. Como consecuencia de esta interrelación entre asignaturas y conceptos, el contenido a trabajar en cada clase, bien puede ser utilizado en una única sesión o en varias sesiones presenciales y bloques temáticos, a fin de fomentar la integración entre teorías o procesos impartidos en diferentes momentos del grado.

Finalmente, con el objetivo de conocer la satisfacción del alumnado y cuantificar el interés mostrado a lo largo de las diferentes sesiones presenciales, se les invitó a contestar una encuesta cuyos ítems se muestran en la Tabla 1. La encuesta, totalmente voluntaria, se realizó a través de la plataforma virtual eGela, basada en Moodle y empleada por la Universidad del País Vasco/ Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) como apoyo a la docencia presencial.

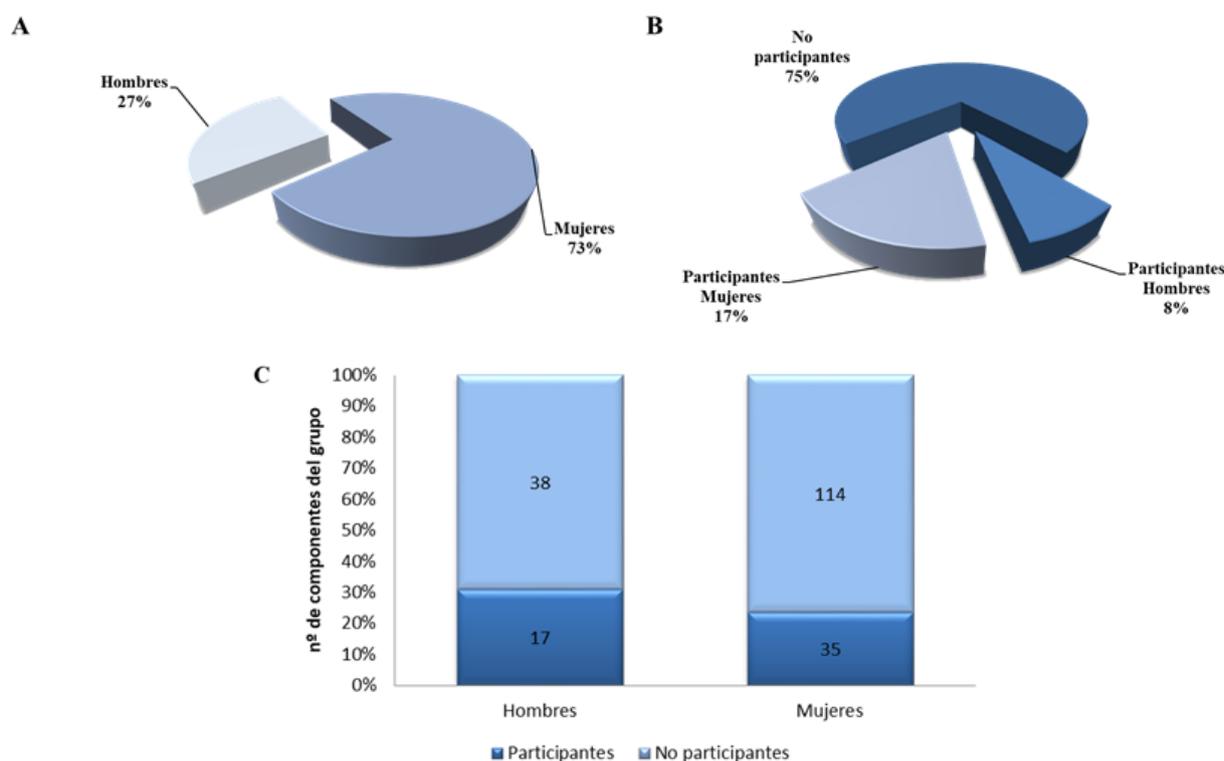
**Tabla 1**

Encuesta para determinar el grado de satisfacción del alumnado del primer curso del grado en Medicina con las prácticas de aula basadas en casos clínicos amoldados.  
Se presentan 8 preguntas de opción múltiple

		Sí	No	Quizás	Nunca
1	Los casos planteados me han parecido atractivos				
2	Los casos que se presentaron han facilitado mi aprendizaje				
3	Recomendaría que se sigan utilizando casos clínicos				
4	Permiten la integración de contenidos revisados				
5	Permiten la integración con contenidos que se verán posteriormente				
6	Permiten relacionar conceptos con otras asignaturas				
7	El profesorado favoreció la integración de los casos				
8	El profesorado aclaró conceptos y esclareció dudas durante la sesión				

## Resultados

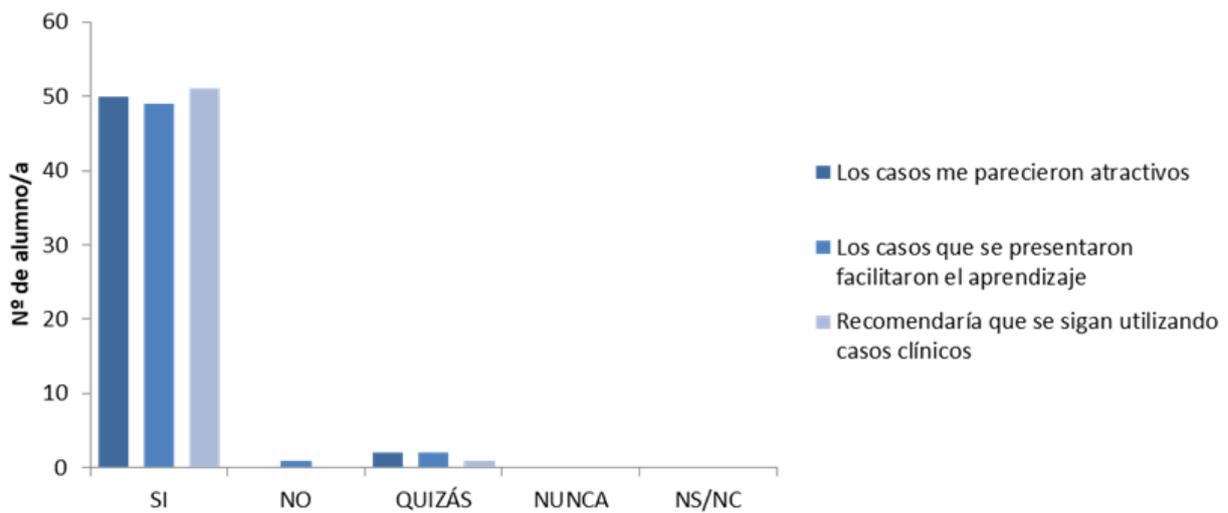
Durante las sesiones presenciales en las que se trabajó la metodología descrita, la participación del alumnado fue entorno al 100%, mostrando interés por el caso clínico planteado en cada sesión y una gran disposición para su resolución. El número total de alumnos y alumnas matriculados en el curso académico 2017-2018 en la asignatura de Genética y Biología del Desarrollo del primer curso del grado en Medicina fue de 204, consistente en un 73% de mujeres (149 mujeres) y un 27% de hombres (55 hombres) (Fig. 1A). Los resultados recogidos a través de la plataforma virtual eGela de la UPV/EHU mostraron un porcentaje de participación de aproximadamente el 25%. De este porcentaje, el 17% fueron mujeres y el 8% hombres (Fig. 1B). Es decir, participaron en la encuesta un 31% (17 hombres) del total de hombres y un 23,5% (35 mujeres) del total de mujeres, mostrando una relación inversa al porcentaje hombres: mujeres del grupo (Fig. 1C).



**Figura 1**

- Índices de participación del alumnado según género.  
 (A) Porcentaje de hombres y mujeres en el total del grupo.  
 (B) Índice de participación hombres y mujeres.  
 (C) Índice de participación según género

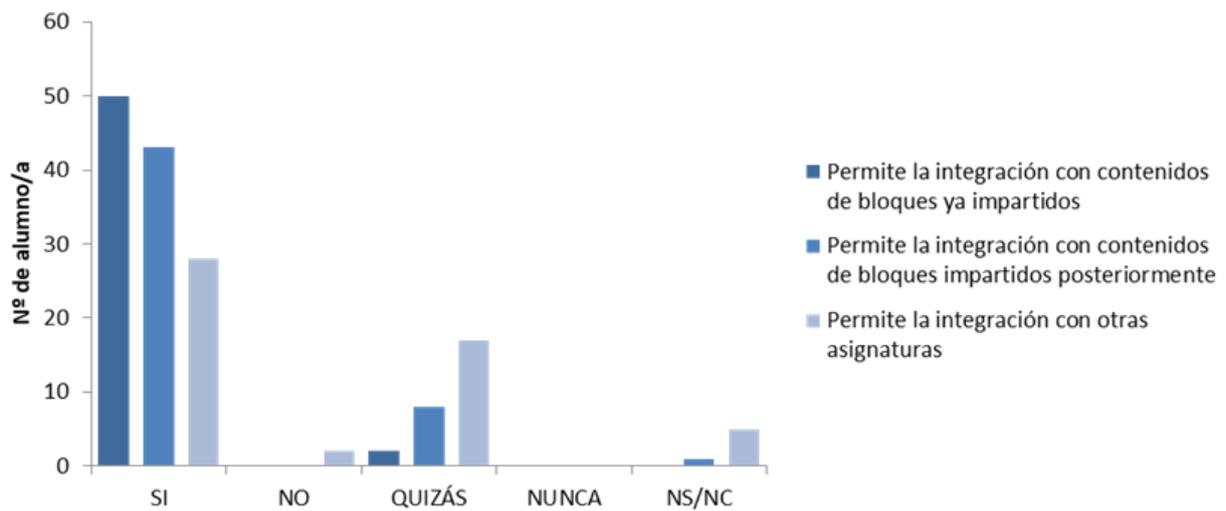
Una de las cuestiones que se les planteaba en la encuesta fue si la metodología seguida les había resultado atractiva y estimulante. Apoyando la apreciación inicial del equipo docente y según queda reflejado en la figura 2, un 96% del alumnado que contestó a la encuesta lo hizo de forma positiva, apoyando la metodología descrita como un buen método de impartir la materia de la asignatura de Genética y Biología del Desarrollo.



**Figura 2**

Respuesta del alumnado frente a la pregunta de si consideran atractiva la metodología seguida

En cuanto a la pregunta referente a la idoneidad de la metodología como estrategia para fomentar la integración de conceptos y facilitar el aprendizaje de la asignatura, un 94% de las opiniones registradas admitieron una mejoría a la hora de integrar los contenidos teóricos de la asignatura de Genética y Biología del Desarrollo entre sí y con aquellos impartidos en la asignatura de Biología Celular (Fig. 3).



**Figura 3**

Respuesta del alumnado encuestado acerca de la idoneidad de la metodología desarrollada para el fomento de la integración de conceptos y como medida para facilitar el aprendizaje

Por último, el alumnado mostró su satisfacción con la forma en que el profesorado condujo los casos de aplicación durante la parte presencial de los mismos, considerando que había fomentado el desarrollo de una visión integradora y aclarado dudas y conceptos erróneos de forma satisfactoria (Fig. 4).

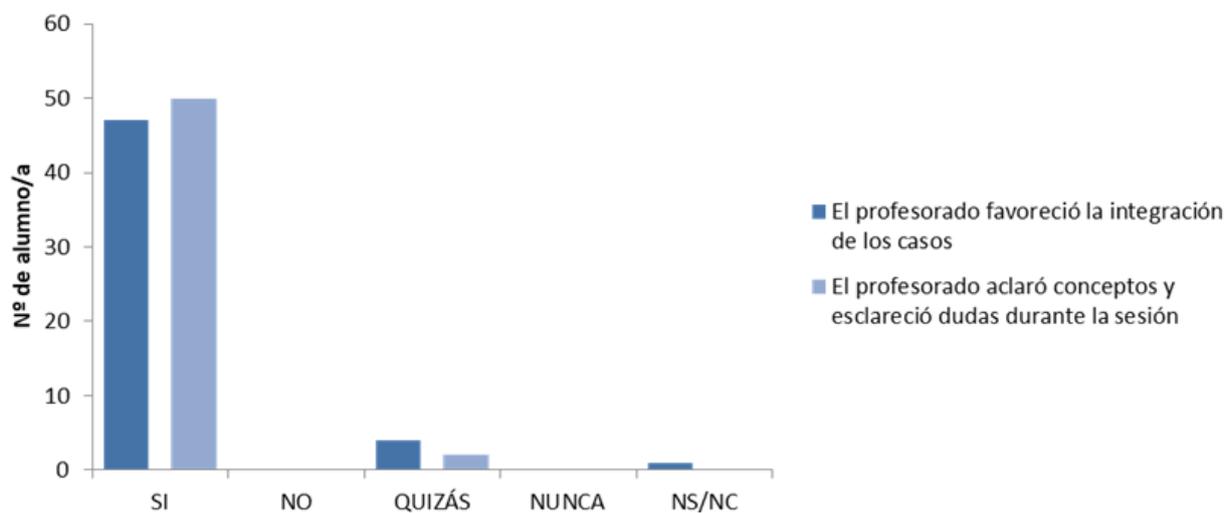


Figura 4

Opinión del alumnado respecto a la conducción de los casos de aprendizaje por parte del profesorado

## Discusión

El aprendizaje por experiencias basado en casos clínicos, introduce al grupo de estudiantes en actividades interactivas, que les permiten ganar confianza, experiencia y les proporciona la oportunidad de reflexionar, analizar y reconstruir conceptos y nueva información.

En este trabajo, para implementar este tipo de aprendizaje, se utilizaron casos de estudio, debido a varios motivos:

1. Es el profesor o profesora quien asigna una actividad determinada más que proporcionar un problema y es el o la estudiante quien decide cómo y qué aprender.
2. La actividad se realiza en el aula bajo la supervisión del profesorado más que ser facilitada por éste.
3. El alumnado debe obtener una solución al problema en lugar de tener que enfocarse en la gestión del problema.
4. Las y los estudiantes deben utilizar como fuentes los datos recogidos en clases previas y el material adicional señalado por el profesorado, en lugar de tener que identificar y escoger los materiales necesarios para resolver el problema.

A la hora del diseño de cada una de las sesiones presenciales en las que se trabajó la metodología descrita, uno de los aspectos que se cuidó especialmente fue el plantear cuestiones o ejercicios que permitiesen desarrollar la capacidad de integración de conceptos, requisito imprescindible en la realización de una buena diagnosis por parte del profesional sanitario. En base a los comentarios recopilados a lo largo de las diferentes sesiones presenciales, este

objetivo se consiguió gracias a la necesidad que tuvo el alumnado de recuperar material e información aportados previamente en la asignatura de Biología Celular, del primer cuatrimestre del curso, para poder analizar y resolver correctamente las cuestiones planteadas en cada caso clínico durante el segundo cuatrimestre, en la asignatura de Genética y Biología del Desarrollo. De modo que la metodología resultó exitosa en mostrar con éxito la existencia de un hilo conductor entre ambas materias, un hilo necesario de seguir para poder entender y asimilar nuevos conocimientos. Por lo tanto, este tipo de aprendizaje permitió al alumnado asentar conocimientos y construir conexiones. Así mismo, a lo largo del proceso, el profesorado obtiene información del conocimiento del alumnado que permite establecer ciertas bases para proceder, no solo con el resto de la actividad, sino también de actividades futuras.

La mejora de la percepción de las asignaturas «pre-clínicas», como las aquí trabajadas, fue otro de los puntos prioritarios que llevó al desarrollo de la metodología presentada. Teniendo en consideración los resultados obtenidos, el plantear la actividad en base a un caso clínico, bien real o ficticio, pero basado en casuísticas que fácilmente pueden darse en la vida real, por un lado, ayudó al alumnado a reconocer la importancia de los conocimientos impartidos dentro de las asignaturas de Biología Celular y Genética y Biología del Desarrollo para comprender y entender el funcionamiento de la célula, del organismo y su relación con patologías como el cáncer. Además, utilizar situaciones clínicas que les resultan conocidas, ya sea directa o indirectamente, facilita su implicación en el caso. Esta implicación promueve el pensamiento crítico y aumenta su confianza al observar su propia capacidad de resolución de problemas utilizando un pensamiento científico. De hecho, los datos obtenidos por Fisher y cols. (2019) en un estudio comparativo entre casos de estudio enmarcados en una localización específica familiar al alumnado y casos de estudio generalistas, revelaron que el alumnado obtenía un entendimiento mejor de cómo los avances científicos impactaban en la comunidad trabajando sobre supuestos que les resultaba familiares. Con todo ello, se mejoró notablemente la empatía del alumnado hacia nuestras asignaturas.

En cuanto al fomento de la adquisición y desarrollo de competencias transversales, plantear el caso clínico en un formato compuesto por ejercicios o preguntas de respuesta corta resultó muy acertado a la hora de trabajar la capacidad crítica, analítica, resolutoria y de síntesis del alumnado. Se obtuvo de forma patente, un aumento en la efectividad del aprendizaje, al permitir el desarrollo de un pensamiento crítico, adquisición de habilidades de resolución de problemas y un aumento de la capacidad de toma de decisiones. Además, plantear la dinámica de la clase en pequeños bloques, permite ir poco a poco resolviendo dudas o errores adquiridos a la vez que se introduce en el aula un ambiente de diálogo basado en temas y conceptos relevantes (Herreid, 2005) y permitiendo el contraste de opiniones entre los alumnos y alumnas y entre éstos y el profesorado. Así mismo, animar la actividad solicitando la participación del alumnado como si se tratara de actores de una película, aumenta su grado de motivación e implicación a la vez que, generalmente, permite construir recuerdos en base a sensaciones positivas y entretenidas que favorecen la empatía con la asignatura, ayudando a la retención de los conceptos trabajados. Otro punto a favor de este tipo de actividad en el aula es el hecho de que proporciona al alumnado herramientas que les permite integrarse en un proceso de interpretación de datos mediante la introducción de un diseño experimental y les equipa con el conocimiento y habilidades para enfrentarse a otras modalidades de sesiones de la enseñanza de grado.

Adicionalmente al desarrollo de las competencias transversales mencionadas, el llevar a cabo la sesión basada en un caso clínico adaptado, bien ficticio o real, da la oportunidad al

profesorado de narrar la historia de una persona, un paciente o una paciente como aquella que el alumnado puede tener en el futuro frente él o ella en el desempeño de su labor profesional. De modo que, si bien en el primer curso del grado en Medicina no se realizan prácticas con pacientes, esta puede ser una manera de conectar a los alumnos y alumnas con lo que en un futuro próximo podrán encontrarse, involucrándolos por tanto en su propio desarrollo como profesionales y madurando otra competencia transversal, tan importante para esa futura labor, como es la empatía con el/la paciente.

## Conclusiones

Tal y como muestran los resultados aquí mostrados, el alumnado del primer curso del grado en Medicina presentó un alto grado de satisfacción frente a la metodología planteada, que les resultó atractiva y motivadora. Desde el punto de vista docente, el éxito de esta metodología se centra en que los y las estudiantes encuentran retador, a la vez que motivador, el hecho de tener que aplicar inmediatamente la teoría a situaciones prácticas y encontrar la ocasión de activar su conocimiento previo para resolver una situación. Así mismo, se consiguió transmitirles la necesidad de retener el conocimiento adquirido en la asignatura de Biología Celular, impartida previamente, para alcanzar un nivel óptimo de entendimiento de los procesos biológicos estudiados en la asignatura de Genética y Biología del Desarrollo y, más globalmente, que tienen lugar en el organismo. Es decir, se consiguió fomentar la integración de conceptos y materias, a la vez que fue palpable por el equipo docente una mayor capacidad para analizar y resolver problemas de cualquiera de los bloques temáticos que engloba nuestra asignatura. Además, aportar al alumnado una visión práctica de los conceptos y teorías estudiados en forma de caso clínico, permitió transmitir la relevancia de las asignaturas pre-clínicas, mejorando notablemente su consideración hacia éstas.

## Bibliografía

- Crang-Svalenius E y Stjernquist M. Applying the case method for teaching within the health professions—teaching the teachers. *Medical Teacher* 2009, 27(6): 489-492. DOI: 10.1080/01421590500136154.
- Schwartz M. Instructional Design and Research Strategist, for the Learning & Teaching Office. 2014. <http://ryerson.ca/lt>.
- Herreid CF. Because wisdom can't be told: Using case studies to teach science. *Peer Review* 2005, 7(2): 30-31.
- Kolb A y Kolb D. Experiential learning theory: A dynamic, holistic approach to management learning, education and development. Weatherhead School of Management, *Case Western Reserve University*, 2010. <http://www.learningfromexperience.com/media/2010/08/ELT-Hbk-MLED-LFE-website-2-10-08.pdf>.
- National Center for Case Study Teaching in Science. *University at Buffalo Libraries*. <http://science-cases.lib.buffalo.edu/cs/>.
- Rice NA y Borsari B. But I'm too young, 2008. A case study of Ovarian Cancer. *University at Buffalo Libraries*. [http://sciencecases.lib.buffalo.edu/cs/collection/detail.asp?case\\_id=481&id=481](http://sciencecases.lib.buffalo.edu/cs/collection/detail.asp?case_id=481&id=481).
- Fisher GR, Esparza D, Olimpo JT. Place-Based Case Studies: A New Approach to an Effective Teaching Practice. *Journal of microbiology & biology education* 2019, 20(1): 1-9. doi:10.1128/jmbe.v20i1.1611.

## Capítulo 11

# Elaboración de blogs como herramienta de aprendizaje en el ámbito de la Biomedicina

Carmen Martínez Mora<sup>1,\*</sup>, Elena Giné Domínguez<sup>1</sup>, Iria Valiño Seoane<sup>2</sup>, Verónica Hurtado Carneiro<sup>3</sup>, Ana Triguero Martínez<sup>4</sup>, Amalia Lamana Domínguez<sup>4</sup> y Carmen Sanz Miguel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sección Departamental de Biología Celular, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, España

<sup>2</sup> Departamento de Biología Celular, Facultad de Biología, Universidad Complutense de Madrid, España

<sup>3</sup> Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, España

<sup>4</sup> Servicio de Reumatología, Hospital Universitario La Princesa, Madrid, España

**Resumen:** El Espacio Europeo de Educación Superior implica un cambio en el modelo de aprendizaje donde el alumnado adquiere protagonismo en la construcción de conocimientos, desarrollando habilidades mediante la búsqueda personal orientada por el profesorado. Con el objetivo de desarrollar una estrategia didáctica innovadora y creativa que facilite a las/os estudiantes de Medicina la construcción de conocimientos y el desarrollo de habilidades y competencias, planteamos la elaboración grupal de blogs sobre enfermedades de origen genético en *Google Blogger* y posterior publicación de los links de acceso en el campus virtual. El proceso de evaluación se realizó mediante evaluación entre iguales y coevaluación. El alumnado cumplimentó una encuesta de opinión anónima sobre el grado de satisfacción respecto a esta metodología. Participaron voluntariamente 330 estudiantes de 4 cursos académicos. El sistema de coevaluación fue muy bien aceptado. Las calificaciones medias asignadas a los trabajos no difirieron entre el alumnado y el profesorado. El alumnado participante obtuvo significativamente mejores calificaciones en los exámenes. Más del 84% de las/os alumnas/os opinaron que los blogs propiciaron la búsqueda de información y fomentaron el trabajo en equipo y el aprendi-

---

\* Dirección de correspondencia a: Carmen Martínez Mora. Sección Departamental Biología Celular, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Plaza Ramón y Cajal, s/n, 28040, Madrid, España. Tel.: +34-94-3941405. Fax: +34-94-3941400. Email: cmmora@bio.ucm.es

zaje, resultando útiles para el estudio de los contenidos. El 97% de las/os estudiantes recomendaría, en mayor o menor grado, esta herramienta de aprendizaje para futuros cursos. Puede concluirse que la elaboración y evaluación de blogs se presenta como una estrategia efectiva para implicar al alumnado en la construcción y discusión del conocimiento como demuestran la elevada participación, las altas calificaciones obtenidas y las buenas valoraciones de las/os estudiantes en las encuestas de opinión.

**Palabras clave:** Blog; Coevaluación; Evaluación entre iguales; Innovación Educativa; Docencia Universitaria; Biomedicina.

**Abstract:** The European Higher Education Area implies a change in the learning model where the student acquires a leading role in the construction of knowledge, developing skills in personal search guided by the lecturer. In this context, we decided to develop an innovative and creative didactic strategy that facilitates the students of Medicine the construction of knowledge and the development of skills and competences. To that end, the students were organised in groups to develop blogs about genetic diseases in Google Blogger and then publish access links to them in the virtual campus. The evaluation process was carried out through peer evaluation and coevaluation (students-lecturers). The students completed an anonymous opinion survey on the degree of satisfaction with this methodology. A total of 330 students of 4 academic years participated voluntarily. The coevaluation system was greatly accepted. The average grades assigned to the works did not differ between students and lecturers. The participating students obtained better marks in the exams than the students who did not adhere to this proposal. More than 84% of the students said that the blogs motivated them to search for information and encouraged team work and learning, making it useful for studying the content. Ninety-seven percent of the students recommended this learning tool, to a greater or lesser extent, for future academic years. To sum up, the development and evaluation of blogs is presented as an effective strategy for students in the construction and discussion of knowledge as shown by the high participation, the high marks obtained and the good valuations of the students in opinion polls.

**Keywords:** Blog; Coevaluation; Peer evaluation; Educational Innovation; University Teaching; Biomedicine.

## Introducción

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) trata de hacer a la universidad Europea más atractiva, competitiva internacionalmente y con objetivos comunes. La consecución de estos objetivos implica un cambio en el modelo de aprendizaje (Curaj y cols., 2015).

En este modelo, las nuevas metodologías abren el camino que lleva desde los meros contenidos académicos más tradicionales a los contenidos profesionales centrados en el desarrollo de competencias y habilidades. Dicho de otra forma, se plantea una enseñanza basada en la actividad formativa completa del estudiante en muchas vertientes distintas, más que en la información exclusiva que proporciona el profesorado. De este modo, la/el estudiante adquiere protagonismo en la construcción de los conocimientos, desarrollando habilidades mediante la búsqueda personal orientada por la/el docente. El alumnado se implica en su propio aprendizaje y, por lo tanto, éste se hace más atrayente y motivador. Cuando esta actividad se realiza en grupo, adquiere un carácter colaborativo, que permite compartir el conocimiento y contrastar la información.

En este sentido, los blogs son una herramienta en exploración en el área de la educación que promueve la implicación y motivación del alumnado, así como el aprendizaje colaborativo, cuando la elaboración de éstos es grupal (Martín y Montilla, 2016).

El trabajo en equipo es un aspecto necesario en la formación de los futuros profesionales. Tradicionalmente, las/os estudiantes universitarios de Medicina han centrado su atención en la adquisición de las competencias específicas más que en las transversales, entre las que se encuentra el trabajo cooperativo que será clave en su desarrollo profesional. De hecho, constatamos que cuando el alumnado ingresa en primer curso de Grado, los hábitos de trabajo cooperativo están muy poco ejercitados.

En el aprendizaje cooperativo no sólo se pretende desarrollar una tarea, sino también promover un ambiente en el que se establezca una relación recíproca donde se favorezca la confianza mutua, se gestionen conflictos y se busque solución a problemas con la consiguiente toma de decisiones; habilidades que deberán adquirir para la futura competencia profesional en el ambiente asistencial. En este tipo de aprendizaje las/os estudiantes trabajan en grupos pequeños, donde existe una interdependencia positiva entre los miembros y una interacción directa, recibiendo una evaluación de los resultados alcanzados (Lobato, 1997).

La coevaluación (evaluación compartida entre estudiantes y profesores) y la evaluación entre iguales (entre estudiantes) se contemplan como parte del proceso de aprendizaje, involucrando activamente a las/os estudiantes en su propia evaluación (Rodríguez y cols., 2013; Falchikov, 2005; Sivan, 2000). También les permite identificar sus propias fortalezas y debilidades, así como desarrollar habilidades personales y metacognitivas transferibles a otras áreas (Topping, 2003). Estas formas de evaluación orientadas al aprendizaje no sólo deben ser beneficiosas para el alumnado, sino también para el profesorado ya que persiguen una valoración del trabajo en grupo más ajustada al contemplar una evaluación entre iguales. Ambas pruebas confieren a las/os estudiantes una responsabilidad dentro del propio proceso de evaluación (Jiménez-Tenorio y cols., 2014).

Partiendo de la premisa de que el protagonista de la educación es el alumnado, se hace necesario propiciar el uso de nuevas tecnologías en educación para dar respuesta a las de-

mandas sociales requeridas a las universidades. En este sentido, los blogs facilitan el paso hacia nuevas formas de desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje como una herramienta docente que favorece la transición de los sistemas tradicionales de enseñanza al actual marco europeo de convergencia (Baumgartner, 2004).

Los blogs, tal como los concibió Matheson (2004), son publicaciones online que permiten a los usuarios escribir, publicar y compartir sus comunicaciones pudiéndose actualizar constantemente. Se componen de entradas cronológicas (Huffaker, 2005), son interactivos (Rodzvilla, 2002) puesto que permiten a los usuarios responder con comentarios de forma directa y presentan enlaces a otros blogs o sitios webs (Huffaker, 2004). Además, brindan nuevas oportunidades para generar y gestionar contenidos favoreciendo un aprendizaje creativo con la implicación activa del sujeto y caracterizado por la motivación intrínseca (de la Torre, 1993).

En una comparativa entre herramientas tecnológicas utilizadas en educación, y concretamente en el contexto universitario, González y García (2010), remarcan los valores del blog. Son de fácil uso, permiten una atención personalizada, el uso de múltiples medios para presentar la información y una fácil actualización de los contenidos, así como el control de los mismos.

Teniendo en cuenta estas características, resulta evidente el gran potencial del blog como herramienta docente ya que fomenta el aprendizaje activo, autónomo y reflexivo y presenta una elevada versatilidad de uso, tanto en docencia presencial como a distancia (Martín y Montilla, 2016).

A pesar de todas estas ventajas, según el estudio de González y García (2010), resulta llamativo el escaso empleo de los blogs por parte de las universidades españolas.

En este trabajo exponemos los resultados de la experiencia llevada a cabo en la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid utilizando el blog como una herramienta de innovación educativa. El objetivo general fue estimular el aprendizaje cooperativo fuera del aula entre las/os estudiantes de Genética Humana. Para ello, se propuso la elaboración de blogs en equipos de trabajo cuyo contenido versara sobre enfermedades de origen genético para facilitar el estudio de los contenidos de la asignatura. Además, se pretendió incentivar y motivar al alumnado a través de su participación en la evaluación del proceso.

## Métodos

El presente estudio se desarrolló durante 4 cursos académicos en la asignatura «Bases Celulares de la Genética Humana», impartida en 1.º del Grado en Medicina. Se realizó en varias fases:

1. Propuesta por parte del profesorado de temas potencialmente interesantes (distintas enfermedades de origen genético).
2. Elección por parte de las/os estudiantes del tema y de los miembros del equipo de trabajo (6-8 alumnos). Para ello, el personal docente abrió foros en el campus virtual de la Universidad.

La virtualización de la asignatura permitió mantener un contacto continuo y resolver dudas colectivas y particulares hasta que los blogs se crearon en su totalidad.

La metodología llevada a cabo mientras se trabajó con el blog estuvo basada en el uso en paralelo de la plataforma Moodle.

3. Elaboración del blog correspondiente por cada uno de los equipos en la plataforma gratuita Google Blogger (ver algunos ejemplos en Figura 1) con acceso mediante cuenta y contraseña creada para tal fin.

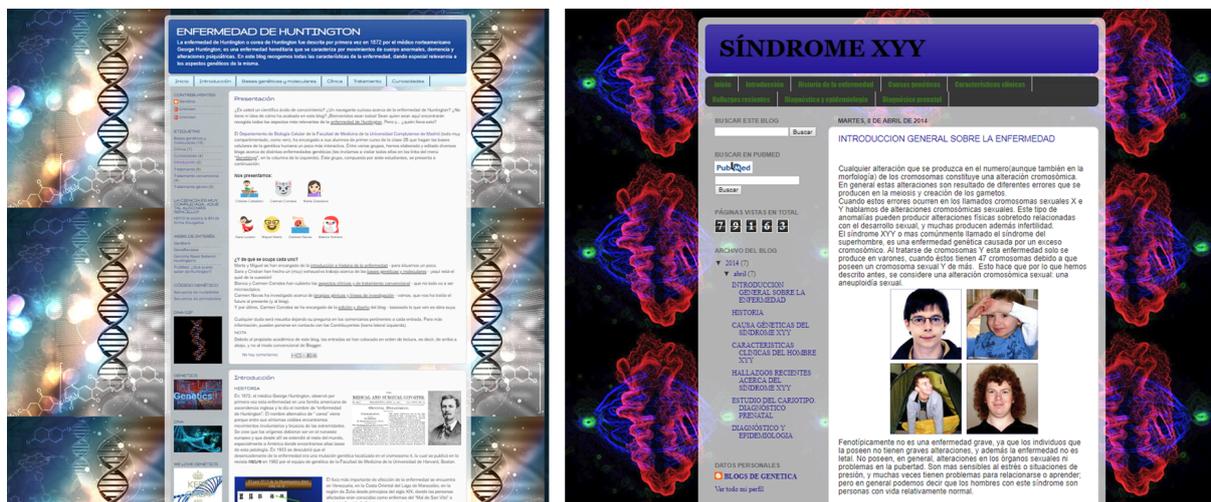


Figura 1

Ejemplos de blogs elaborados por el alumnado. Se puede acceder en:  
<http://bloggenetica2b.blogspot.com/> y <http://bloggenetica15.blogspot.com.es/>

4. Publicación de los links de acceso a los blogs para permitir la entrada al resto de las/os compañeras/os en el campus virtual de la Universidad.
5. Valoración de la calidad de los blogs, tanto por parte de las/os compañeras/os a través de la evaluación entre iguales, como por el profesorado. En la evaluación entre iguales cada alumna/o, de forma individual, valoró el trabajo realizado por los distintos grupos. La calificación otorgada por el alumnado representaba el 25% de la nota global del blog y la otorgada por la profesora el 75%. Se evaluaron 4 parámetros: el aspecto o apariencia del blog, la organización, la claridad de los contenidos, y la utilidad del blog para el aprendizaje de los temas propuestos, dejando un apartado abierto para comentarios.

Para realizar la evaluación, se facilitó a las/os estudiantes una hoja de valoración que cumplimentaron de forma individual con los 4 apartados anteriormente comentados, elaborada por el equipo docente (Figura 2).

**HOJA DE VALORACIÓN DEL BLOG POR LAS/OS ALUMNAS/OS CURSO 2015-16**

(Salvo en el que haya participado). Sed lo más justos posible.

Valorad de 0 a 10 los distintos apartados.

**NOMBRE Y APELLIDOS:**

ENFERMEDAD	Aspecto general del Blog	Organización de los contenidos	Utilidad del Blog para el estudio de la enfermedad (desde el punto de vista genético) (0=poco útil;10=muy útil)	Comentarios adicionales, si proceden
ENFERMEDAD DE HUNTINGTON				
HEMOGLOBINOPATÍAS				
SÍNDROME DE RETT				
SÍNDROME DE LYNCH				
ALBINISMO OCULOCUTÁNEO				
SÍNDROME DE MERF				
LEUCEMIA MIELOIDE CRÓNICA				
SÍNDROME DE KLINEFELTER				
SÍNDROME DE "CRI DU CHAT"				
SÍNDROME DE WILLIAMS				
SÍNDROME DE PATAU				
ENFERMEDAD DE ALZHEIMER				
MIGRAÑAS				
DESÓDENES ESPECTRO AUTISTA				
CÁNCER DE MAMA				

Esta hoja se entregará impresa y rellenada el día del examen de Mayo.

**OBSERVACIONES:**

**Figura 2**

Hoja de valoración que debe cumplimentar el alumnado con el fin de evaluar el trabajo de sus compañeras/os

- En los dos últimos cursos académicos se recogió, mediante encuestas anónimas, las reflexiones y el grado de satisfacción del alumnado respecto a esta metodología y el método de evaluación. Para ello, se elaboró una encuesta de opinión con 7 preguntas recogidas en la Tabla 1.

**Tabla 1**

Preguntas de la encuesta realizada y rango de puntuaciones posibles

Pregunta	Puntuación
1. ¿La elaboración del Blog ha propiciado y fomentado la organización grupal y el trabajo en equipo?	1-10
2. ¿La elaboración del Blog ha facilitado el aprendizaje, al ser una herramienta dinámica e interactiva, con links que permiten el acceso directo a distintas fuentes como videos, bases de datos científicas, etc..?	1-10
3. ¿El Blog ha resultado útil en el estudio de los contenidos propuestos?	1-10
4. ¿El Blog ha propiciado la búsqueda de fuentes científicas y las ha puesto accesibles al resto de las/os lectores?	1-10
5. ¿La calificación que se obtiene del Blog, como parte del trabajo no presencial, es proporcional al esfuerzo personal empleado?	1-10
6. ¿Consideras positivo participar en la evaluación y ser evaluado por otras/os compañeras/os, además de hacerlo la/el profesora/or?	1-10
7. ¿Recomendarías la utilización de Blogs para los próximos cursos?	1-10

Las respuestas se valoraron de 1 a 10 según el grado de acuerdo (de menor a mayor).

7. Análisis del rendimiento académico en esta asignatura y su relación con la actividad realizada en torno a la elaboración de los blogs. Para ello, se recogieron las calificaciones de los exámenes finales de la asignatura durante los dos últimos cursos del estudio para su análisis.

### **Análisis estadístico**

Se emplearon diferentes análisis estadísticos en función de la naturaleza de los datos.

Para comparar las valoraciones otorgadas por el equipo docente y las de las/os estudiantes se realizó el análisis descriptivo de las poblaciones de estudio, así como un test de Normalidad (prueba de Kolmogorov-Smirnov) para comprobar si las variables seguían una distribución Gaussiana. La correlación entre la calificación otorgada por el alumnado y por el profesorado se analizó mediante el test no paramétrico de Spearman.

El análisis estadístico del rendimiento académico entre el alumnado participante y no participante, se realizó mediante la prueba t de Student. Finalmente, los estudios de correlación entre las valoraciones de los aspectos evaluados del blog fueron analizados mediante el cálculo del coeficiente de Pearson.

En todos los análisis la significación estadística fue establecida para  $p < 0,05$ .

### **Resultados y discusión**

En la elaboración de los blogs participaron voluntariamente 330 estudiantes de 4 cursos académicos sucesivos (2012-2016), lo que supone el 74,5% del total del alumnado matriculado en esta asignatura. Esta actividad voluntaria les permitía obtener hasta 1 punto extra sobre la calificación final de la asignatura.

En relación a la evaluación orientada al aprendizaje, nos planteamos si son realmente fiables las calificaciones otorgadas por el alumnado.

La Figura 3 muestra las calificaciones otorgadas a los blogs cuando son evaluados por las/os compañeras/os y cuando lo son por el profesorado. Observamos que el rango de valores es menor cuando el que evalúa es la alumna o el alumno. Las/os estudiantes evaluaron los blogs de sus compañeras/os otorgando valores entre 6,5-9,3, mientras que el rango de valores de las calificaciones del profesorado estaba comprendido entre 5 y 10 (Figura 3). Esta diferencia puede ser atribuible a que el alumnado, al tener menos experiencia en tareas de evaluación o no disponer de una guía más precisa de los criterios a evaluar que la entregada (ej. una rúbrica de evaluación), tiende a dar calificaciones más similares observándose, por tanto, una menor discriminación (rango «estrecho»).

No obstante, los valores medios de las calificaciones asignadas por el alumnado frente a las del profesorado, no son diferentes significativamente:  $8,2 \pm 0,1$  frente a  $8 \pm 0,2$  (media  $\pm$  error estándar de la media, SEM), respectivamente. Además, en todos los casos existe una correlación positiva entre las valoraciones del alumnado y las del profesorado (el coeficiente de correlación ( $\rho$ ) se sitúa alrededor de 0,7 en todos los casos, datos no mostrados).

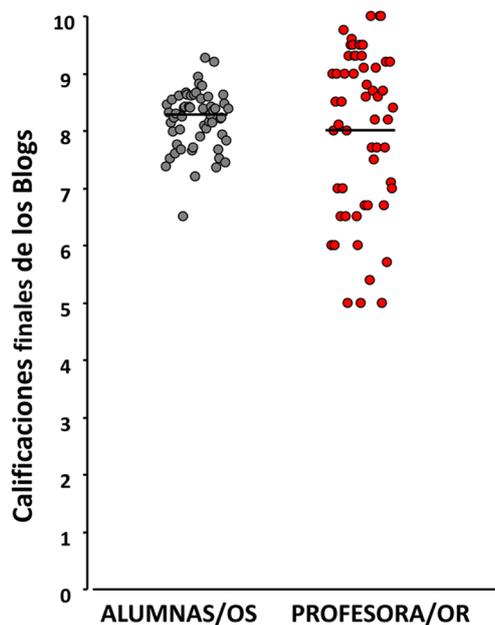


Figura 3

Rango de calificaciones finales de los blogs otorgadas por el alumnado vs por el profesorado. Las líneas horizontales representan el valor de la nota media otorgada por alumnas/os y profesoras/es. El número de trabajos realizados y evaluados fue 56

La calificación del alumnado tiene un peso previamente establecido del 25% sobre la calificación final del blog. En concordancia con otros autores (Gessa, 2011), consideramos que es una valoración adecuada dado que se trata de una valoración grupal, no individual, y sólo cubre algunas de las competencias que el alumnado debe adquirir durante el proceso de aprendizaje.

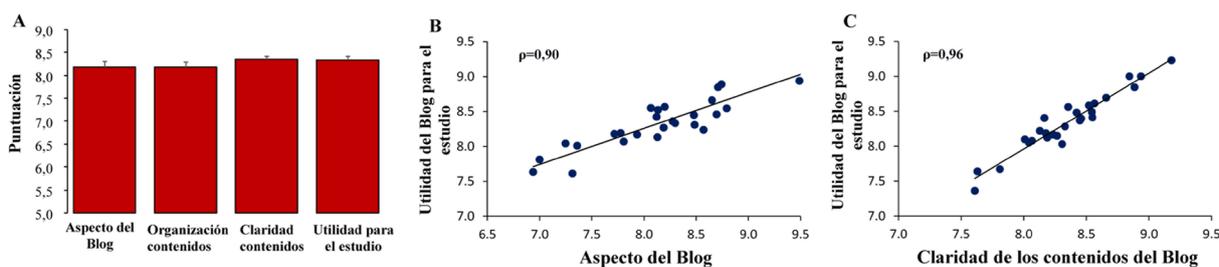


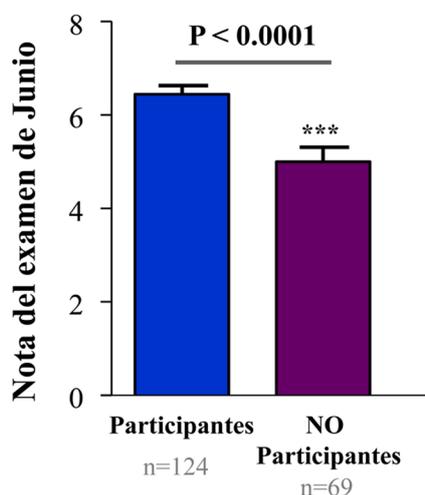
Figura 4

A) Valoraciones de los distintos aspectos evaluados en los blogs. Las barras corresponden a los valores de las medias  $\pm$  SEM. B y C) Gráficas con las correlaciones existentes entre el aspecto del blog (B) o la claridad de los contenidos del blog (C) y su utilidad para el estudio. Coeficiente de correlación ( $\rho$ ) establecido mediante el test de Pearson

Centrándonos en los distintos aspectos a evaluar en el blog, la calificación otorgada por el alumnado a cada parámetro fue similar (Figura 4A). No obstante, se observa una corre-

lación positiva entre las calificaciones otorgadas al aspecto del blog y a la utilidad del blog para el estudio, así como, entre la claridad de los contenidos y la utilidad para el estudio (Figura 4B y 4C). Ello sugiere que tanto el aspecto general del blog como la claridad de los contenidos contribuyen a la utilidad del blog para el estudio.

La siguiente cuestión que nos planteamos fue si la participación de las/os estudiantes en la elaboración del blog podría estar asociada al rendimiento de los mismos en la asignatura, es decir, si existían diferencias significativas entre las/os alumnas/os que participaron o los que no se adhirieron a la propuesta. Para responder a esta pregunta, comparamos las calificaciones finales de la asignatura entre ambos grupos de estudiantes. Los resultados muestran que las/os estudiantes que participaron en esta actividad obtuvieron significativamente mejores calificaciones que las/os que no lo hicieron (Figura 5). Si bien pueden existir otros factores condicionantes, estos resultados sugieren que la participación en esta actividad podría suscitar un mayor interés en las/os estudiantes por la asignatura, lo que se reflejaría en un mayor rendimiento académico.



**Figura 5**

Comparativa de las calificaciones finales de la asignatura de las/os alumnas/os que participaron vs las/os que no participaron en la elaboración de los blogs. Los datos se representan como la media  $\pm$  SEM. Significación estadística establecida mediante el test t de Student, para  $p < 0,05$

A continuación, analizamos la opinión del alumnado sobre la elaboración de los blogs como herramienta para facilitar el aprendizaje. El porcentaje de alumnas/os que respondió la encuesta anónima fue un 77% del alumnado que participó en la actividad. Las respuestas con puntuaciones iguales o mayores de 7 se agruparon como respuestas que indican «acuerdo».

Los resultados mostraron la gran aceptación de los blogs. Más del 84% del alumnado opinó que los blogs fomentaron el trabajo en equipo y el aprendizaje, fueron una herramienta dinámica de acceso a la información (imágenes, vídeos, bases de datos científicos) y útil para el estudio de los contenidos (Tabla 2). De todas las preguntas realizadas, llama la atención la valoración del alumnado sobre el uso de la elaboración de los blogs como herra-

mienta para propiciar la búsqueda de fuentes científicas y hacerlas accesibles al resto de los lectores, en la que el 96,2% lo consideran así (el 26,5% del alumnado otorgó una puntuación de 10 y el 27,5% de 9).

Desde hace unos años, se viene advirtiendo sobre la apremiante necesidad de que las instituciones de Educación Superior se enfrenten a los nuevos retos y problemas educativos surgidos en el contexto de la sociedad de la información (Area, 2004). En este proceso de cambio, la/el profesora/or más que un transmisor de conocimientos necesita adoptar un papel facilitador del aprendizaje ofreciendo al alumnado la posibilidad de buscar sus propios bagajes cognitivos (Tello y Aguaded, 2009). En este sentido, la elaboración de blogs bajo la mentoría del equipo docente, cumpliría con esta demanda actual en el ámbito universitario. De manera que, el alumnado puede ejercitarse en el aprendizaje permanente mediante los recursos que utilizan en los blogs. Además, se potencia el aprendizaje cooperativo desde el primer curso del Grado, competencia que necesitan desarrollar para el ejercicio de su profesión.

Un porcentaje menor se obtuvo cuando los participantes opinaron acerca de si el esfuerzo invertido en la realización del Blog era proporcional a la calificación que se podía obtener de él en la nota global. Aun así, un 81,7% otorgó valoraciones entre 7 y 10 (Tabla 2).

**Tabla 2**

Resultados de la encuesta de satisfacción

Pregunta	Valoraciones entre 7 y 10 (%)
1. ¿La elaboración del Blog ha propiciado y fomentado la organización grupal y el trabajo en equipo?	86,7%
2. ¿La elaboración del Blog ha facilitado el aprendizaje, al ser una herramienta dinámica e interactiva, con links que permiten el acceso directo a distintas fuentes como videos, bases de datos científicas, etc..?	88,7%
3. ¿El Blog ha resultado útil en el estudio de los contenidos propuestos?	86,8%
4. ¿El Blog ha propiciado la búsqueda de fuentes científicas y las ha puesto accesibles al resto de las/os lectores?	96,2%
5. ¿La calificación que se obtiene del Blog, como parte del trabajo no presencial, es proporcional al esfuerzo personal empleado?	81,7%
6. ¿Consideras positivo participar en la evaluación y ser evaluado por otras/os compañeras/os, además de hacerlo la/el profesora/or?	84,0%
7. ¿Recomendarías la utilización de Blogs para los próximos cursos?	85,7%

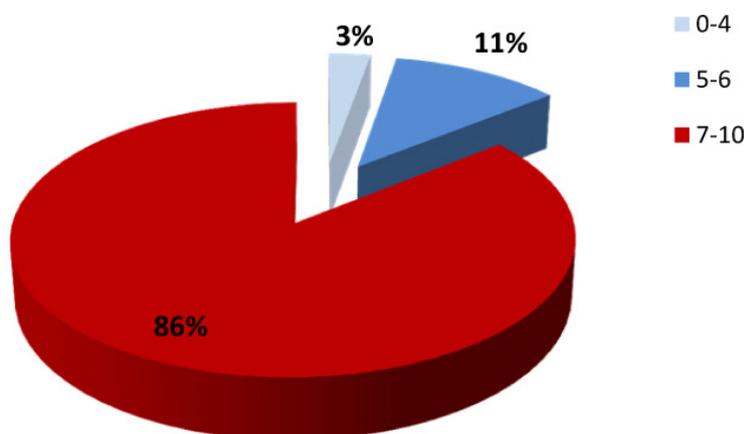
Por otro lado, el 84% de los participantes se mostraba muy de acuerdo (entre 7 y 10 puntos) con que el sistema de evaluación empleado fuera mediante coevaluación (por alumnas/os y profesoras/es conjuntamente) y evaluación entre iguales, mientras que sólo un

9,6% dio calificaciones menores de 5, mostrando su desacuerdo con este método de evaluación (Tabla 2).

Diversos estudios ponen de manifiesto la buena aceptación del uso de las técnicas de coevaluación y evaluación entre iguales por parte del alumnado, presentándose como estrategias que facilitan y mejoran su aprendizaje, estimulando habilidades esenciales en el EEES (Cavas y cols., 2010; Jiménez-Tenorio y cols., 2014). La participación del alumnado en la evaluación de sus propios compañeros es un aspecto muy relevante en la actividad formativa de la/el estudiante que permite un autoaprendizaje de forma creativa y crítica. El proceso evaluador tiene como principal objetivo «ayudar al alumno en su propio proceso de construcción del conocimiento» (Sanmartí, 2007). En este sentido, el presente trabajo indica que la posibilidad de poder evaluar los blogs de las/os compañeras/os es una estrategia eficaz que proporciona interesantes ventajas tanto motivacionales como formativas ya que implica al alumnado en la construcción y discusión crítica del conocimiento, mejorando el proceso enseñanza/aprendizaje.

Por último, resulta interesante conocer la opinión de las/os estudiantes acerca de la posible implementación de la elaboración de blogs, en sucesivos cursos como parte del trabajo no presencial de la asignatura. El 97% de las/os estudiantes recomendaría, en mayor o menor grado, la elaboración de blogs como herramienta de aprendizaje para futuros cursos, y tan solo un 3% no lo haría (puntuaciones entre 1 y 4) (Figura 6).

#### ¿Recomendarías la utilización de Blogs para los próximos cursos?



**Figura 6**

Porcentaje de puntuaciones en respuesta a si el alumnado recomendaría la utilización de los blogs en los próximos cursos

Los resultados obtenidos confirman la eficacia de la utilización de los blogs en el ámbito educativo como estrategia útil para la implicación de la/el estudiante en su propio aprendizaje (O'Donnell, 2006; Farmer, 2006; Aguaded y López, 2009).

## Conclusiones

La creación de blogs potenció el aprendizaje cooperativo, mejoró el proceso de enseñanza/aprendizaje y el aprovechamiento académico, fomentando el autoaprendizaje basado en problemas utilizando Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Por todo ello, la elaboración y evaluación de blogs se presenta como una estrategia efectiva para implicar al alumnado en la construcción y discusión crítica del conocimiento, como demuestran la elevada participación en la elaboración de los blogs, las altas calificaciones obtenidas en los mismos y las buenas valoraciones en las encuestas de opinión.

## Bibliografía

- Aguaded JI y López E. La blogsfera educativa: nuevos espacios universitarios de innovación y formación del profesorado en el contexto europeo. *REIFOP* 2009, 12 (3): 165-172.
- Area M. Los medios y las Tecnologías en la Educación. Madrid. *Pirámide*, 2004.
- Baumgartner P. The Zen Art of Teaching. Communication and Interactions in Eeducation, in *International Workshop. ICL*, 2004.
- Cavas M, Chicano JF, Luna F, Molina L. La autoevaluación y la coevaluación como herramientas para la evaluación continua y la evaluación formativa en el marco del espacio europeo de educación superior. En *IV Jornadas de Innovación Educativa y Enseñanza virtual en la Universidad de Málaga*, 2010.
- Curaj A, Matei L, Pricopie R, Salmi J, Scott P. The European higher education area: between critical reflections and future policies: *Springer International Publishing*, 2015.
- Falchikov N. Improving assessment through student involvement: practical solutions for aiding learning in higher and further education. Abingdon: *RoutledgeFalmer*, 2005.
- Farmer J. Blogging to Basics: How Blogs are Bringing Online Education Back from the Brink. In BRUNS, A. y JACOBS, J. (Eds.), *Uses of blogs*, New York: *Peter Lang*, 2006 pp: 91- 103.
- Gessa A. La coevaluación como metodología complementaria de la evaluación del aprendizaje. *Revista de Educación* 2011, 354: 749-764.
- González R y García FE. Propuesta de un modelo de medición del desarrollo de los blogs educativos. Una aplicación empírica al sistema educativo español. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria* 2010, 3(1): 8-20.
- Huffaker D. Spinning yarns around a digital fire: Storytelling and dialogue among youth on the Internet. *Information Technology in Childhood Education Annual* 2004, 1: 63-75.
- Huffaker D. The Educated Blogger: Using Weblogs to Promote Literacy in the Classroom. *AACE Journal* 2005, 13(2): 91-98.
- Jiménez-Tenorio N, Aragón L, Sánchez S, Aragón C, Azcárate P, Cardeñoso JM, Moreno F. La coevaluación-autoevaluación como instrumentos para valorar la competencia en el trabajo de equipo. *IV Jornadas de Innovación Docente. Abriendo caminos para la mejora educativa*, 2014.
- Lobato C. Hacia una comprensión del aprendizaje cooperativo. *Revista de Psicodidáctica* 1997, 4: 59-76.
- Martín A y Montilla MVC. El uso del blog como herramienta de innovación y mejora de la docencia universitaria. Profesorado: *Revista de curriculum y formación del profesorado* 2015, 20 (3): 659-683.

- Matheson D. Weblogs and the epistemology of the news: some trends in online journalism. *New Media & Society* 2004, 6(4): 443.
- O'Donnell M. Blogging as Pedagogic Practice: Artefact and Ecology. *Asia Pacific Media Educator* 2006, 17: 5-19.
- Rodríguez G, Ibarra MS, García E. Autoevaluación, evaluación entre iguales y coevaluación: conceptualización y práctica en las universidades españolas. *Revista de investigación en educación* 2013, 11 (2): 198-210.
- Rodzovilla J. Ed. We've Got Blog: How Weblogs are Changing Our Culture. Cambridge, M.A, *Perseus Books*, 2002.
- Sanmartí N. 10 ideas clave. Evaluar para aprender. Barcelona, *Graó*, 2007.
- Sivan A. The Implementation of Peer Assessment: An action research approach. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice* 2000, 7(2): 193-213. doi:10.1080/713613328
- Tello J y Aguaded JI. Desarrollo profesional docente ante los nuevos retos de las tecnologías de la información y la comunicación en los centros educativos. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación* 2009, 34: 31-47.
- Topping K. Self and peer assessment in school and university: reliability, validity and utility. En M. SEGERS, F. DOCHY Y E. CASCALLAR (Eds.). *Optimizing news modes of assessment: in search of qualities and standars*. Dordrecht: *Kluwer Academic Publishers*, 2003 pp: 55-87.
- Torre S de la. La creatividad en la aplicación del método didáctico. En *Sevillano, M. L. Estrategias metodológicas en la formación del profesorado*. UNED, Madrid, 1993 pp: 287-309.

## Capítulo 12

# Santiago Ramón y Cajal: un modelo de Excelencia para desarrollar competencias en el Grado en Medicina

Elena Giné<sup>1\*</sup>, Carmen Sanz<sup>1</sup>, David A. Pérez<sup>2</sup>, Fernando de Castro<sup>3</sup>,  
Ricardo Martínez<sup>3</sup>, José A. Morales<sup>1</sup> y Carmen Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sección Departamental Biología Celular, Facultad de Medicina.  
Universidad Complutense de Madrid, España

<sup>2</sup> Servicio de Neurología, Hospital 12 de Octubre y Dpto. Medicina, Facultad de Medicina.  
Universidad Complutense de Madrid, España

<sup>3</sup> Instituto Cajal, CSIC, Madrid, España

**Resumen:** La aplicación del plan Bolonia en la formación universitaria abre el espectro formativo del alumnado. Así, su formación no solo se centra en la adquisición de los conocimientos necesarios para su futura profesión, sino también en las habilidades y competencias que les capacite para ejercer como buenos profesionales. Clásicamente, en Medicina, se ha priorizado el desarrollo de competencias centradas en las habilidades clínicas, dejando en segundo lugar aquellas denominadas transversales. Con objeto de desarrollar las competencias transversales, hemos diseñado e implementado actividades entorno a la figura del español D. Santiago Ramón y Cajal, premio Nobel en Fisiología o Medicina. Tras realizar una serie de actividades entre las que se incluyen varias visitas a centros de investigación y conferencias interactivas centradas en distintos abordajes de las neurociencias, el alumnado elabora y presenta trabajos que son evaluados por el profesorado y por sus compañeros/as (evaluación entre iguales). Se utiliza una encuesta en la que el alumnado valora la utilidad y adecuación de las actividades en el desarrollo de competencias transversales y sobre el método de evaluación entre iguales. Los resultados del estudio muestran que el alumnado encuentra útiles las actividades propuestas para el desarrollo de competencias en general y, en concreto, las consideran más adecuadas para fomentar el trabajo en equipo y para mejorar su capacidad de transmitir informa-

---

\* Dirección de correspondencia a: Elena Giné. Departamento Biología Celular, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, Plaza Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid, España. Tel.: +34-91-3947167. Email: elena.gine@med.ucm.es

ción que para adquirir la capacidad de sintetizar y organizar los conocimientos. Consideran positivo participar en el proceso de evaluación. Podemos concluir que la experiencia propuesta es recibida muy satisfactoriamente por el alumnado, que cree que les ayuda a adquirir competencias transversales. Así mismo, el alumnado considera interesante la participación en el proceso de evaluación.

**Palabras clave:** Competencias Transversales; Ciencias de la Salud; Medicina; Evaluación entre iguales; Educación Universitaria.

**Abstract:** The application of the Bologna process in higher education has opened up the student formative spectrum. Thus, their training is not only focused on acquiring the knowledge required for their future profession, but also on the skills and competences that enable them to act as good professionals. Traditionally, in the Medicine degree, the development of competences focused on clinical skills has been prioritized, leaving those known as transversal or generic skills in a secondary line. To develop transversal competences, we designed and conducted activities around the figure of D. Santiago Ramon y Cajal, the Spanish Nobel Prize in Physiology or Medicine. To that end, after carrying out a series of activities, including visits to research centers and interactive conferences focused on different neuroscience approaches, the students prepared and presented their works, which are evaluated by the lecturer and their classmates (peer-review evaluation). The usefulness and adequacy of the methodology was assessed through a student survey. The results indicate that the students found these activities to be very useful for the development of competences in general and, in particular, they considered them to be more suitable to encourage teamwork and to improve their ability to transmit information in a clear and effective way than to acquire the ability to synthesize and organize knowledge. They also considered it positive to participate in the evaluation process. To sum up, the proposed activities were received very satisfactorily by the students. They stated that these activities helped them to acquire transversal competences. They willingly participated in the evaluation process and recommended offering the proposed activities in future academic years.

**Keywords:** Transversal Competences; Health Sciences; Medicine; Peer assessment evaluation; University Education.

## Introducción

La reforma curricular de los estudios de Medicina adaptados a Bolonia (*Libro Blanco del Título de Grado en Medicina, ANECA*) es un largo camino por recorrer, cuya meta es formar profesionales con criterios de excelencia favoreciendo el desarrollo de competencias. Las competencias se han convertido en un referente importante para la elaboración de los planes de estudio y las propuestas docentes de las diferentes asignaturas de las titulaciones universitarias (Majós y cols., 2009). Suponen un atractivo reto para los docentes que requiere su coordinación, la selección y el uso de metodologías y escenarios distintos a los habituales donde se forma el estudiantado, así como un sistema de evaluación orientado al aprendizaje.

Por definición, las competencias transversales o genéricas son aquellas que rebasan los límites de una disciplina para desarrollarse potencialmente en todas ellas (Gutiérrez Fuentes, 2015). Tradicionalmente, en Medicina, la atención se ha centrado más en las competencias específicas, propias de la disciplina, que en las transversales pese a ser consideradas muy importantes. En general, las competencias transversales en las disciplinas del área de la salud, permiten el desempeño global de la profesión para dar respuesta a las demandas de salud de la población, de manera concordante con la realidad social y sanitaria. Deben incluir también aspectos relacionados con la investigación, gestión clínica, ética, actividades comunitarias, trabajo en equipo, utilización de recursos disponibles, docencia, etc. (Esteban Moreno, 2011).

Muchas de estas competencias, entre ellas el trabajo en equipo, permitirán a los graduados y graduadas de medicina integrarse adecuadamente en equipos multidisciplinares, implicados en labores asistenciales y también docentes, de investigación y de gestión, tanto en el sistema público como privado (Gutiérrez Fuentes, 2015). Se considera que el trabajo en equipo además, favorece la formación del conocimiento colectivo, la resolución de problemas complejos, e incluso la formación interdisciplinar. Asimismo, el desarrollo de las competencias asociadas a las dinámicas de grupo, fomenta la consolidación de valores colectivos, necesarios en la interacción con otros agentes sociales (Alsina Masmitjà, 2013). Los beneficios supuestos del trabajo en equipo en la atención médica incluyen la reducción de errores médicos, la mejora de la calidad de la atención al paciente, la mejora de la satisfacción del paciente, la mejora de la satisfacción y la retención del personal entre otros (Clements y cols., 2007).

De las **competencias** transversales propuestas para los graduados y graduadas de medicina, la **comunicación** constituye una de las partes nucleares de la competencia de su profesión médica y por esta razón debe ser considerada susceptible de ser enseñada, aprendida y evaluada. Las habilidades de comunicación pueden (y deben) aprenderse (Gutiérrez Fuentes, 2015). Diversos estudios señalan que esta competencia preferiblemente debe enseñarse en el periodo universitario de la formación de quien ejerce la medicina y no en etapas posteriores como la residencia (Franco y cols., 2018). Un proceso fundamental y necesario para que se dé una correcta comunicación, es que el alumnado aprenda a **sintetizar y organizar sus conocimientos**, para posteriormente transmitirlos a sus pacientes. Tanto la capacidad de comunicación, como la de síntesis de los conocimientos son competencias que pueden ser adquiridas conjuntamente, bien de forma individual o mediante el trabajo en equipo. Ambas competencias comparten la característica de que su aprendizaje puede ir de la mano y junto

al del trabajo en equipo. Dada su importancia y adecuación para su desarrollo durante el primer curso en el que se aplica nuestra experiencia formativa, éstas son las competencias elegidas en el presente estudio.

Existen varios tipos de actividades que han demostrado ser válidas para fomentar el dominio de las competencias transversales durante la formación universitaria, entre ellas encontramos las visitas a centros del patrimonio histórico-sanitario que además pueden emplearse para completar y mejorar la formación del estudiantado en diversas áreas (Baños y cols., 2005). En este contexto se desarrolla la presente propuesta: Actividades dirigidas a estudiantes de primero de Medicina en torno a la figura de **Santiago Ramón y Cajal** que involucran a docentes, investigadores/as y clínicos cuyo objeto es desarrollar las competencias anteriormente señaladas. Los conocimientos que se les transmiten son multidisciplinarios. Comenzamos con el conocimiento de la figura de Cajal y de la escuela científica de primer orden a la que dio lugar, la denominada **Escuela Neurohistológica Española** o de Cajal. Seguimos con el significado de lo aportado por Cajal en el conocimiento de la neurociencia para profundizar en esta disciplina que nos lleva a las patologías subyacentes y que presentan un enorme impacto social como son las enfermedades neurológicas. Estas patologías constituyen alrededor del 6,3% de la morbilidad mundial y contribuyen al 12% de la mortalidad mundial (datos de la OMS). Por último, tras las actividades realizadas, y según la filosofía Aristotélica de que «*se aprende haciendo*», el alumnado elabora trabajos en equipo. Estos trabajos se utilizan como estrategia integradora de aprendizajes, que les capacita para transmitir de forma colaborativa, con un lenguaje sencillo y comprensible los conocimientos adquiridos una vez esto han sido asimilados, sintetizados y organizados.

## Métodos

La experiencia se dirigió a estudiantes del grado en medicina de la Universidad Complutense de Madrid, enmarcada dentro de la asignatura anual de 6 créditos ECTS de Biología Celular, Embriología general e Histología humana.

Para llevar a cabo este proyecto se utilizaron distintos **recursos metodológicos**:

- Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).
- Espacios virtuales en el campus de la Universidad.
- Servicio *on-line We transfer* para transferencia de archivos.
- Programas informáticos para recogida de datos y análisis estadístico: Excel, SPSS, etc.
- Herramientas informáticas para creación de videos, el paquete Office para redacción, edición y publicación de resultados, etc.
- Herramienta de Google Drive para encuestas.

Las actividades desarrolladas para la consecución de los objetivos fueron:

### 1. PRIMERA ETAPA: visita al *Museo Cajal* en el Instituto Cajal, CSIC

El responsable del *Legado Cajal* (Dr. Ricardo Martínez, Científico y Director del Instituto Cajal) impartió al estudiantado una Conferencia interactiva: «**Vida y obra científica de**

**Cajal**» explicándoles previamente qué es el CSIC y su relevancia principalmente en investigación Biomédica.

Después visitaron por grupos el *Legado Cajal*.

## 2. SEGUNDA ETAPA: Conferencias *interactivas* en la Facultad de Medicina. «Santiago Ramón y Cajal. Un legado para el siglo XXI»

- a) «**Descubrimientos principales de Cajal y de los miembros de la Escuela Neurohistológica Española**» impartida por el Dr. Fernando de Castro, Científico del CSIC donde se expuso la relevancia de los estudios de Cajal en el área que nos ocupa, la Histología, cómo han contribuido al conocimiento del tejido nervioso y cómo Cajal formó la Escuela Neurohistológica.
- b) «**Cajal y los retos neurológicos del siglo XXI: La Enfermedad de Alzheimer**» impartida por el Dr. David A. Pérez, Jefe del Servicio de Neurología del Hospital 12 de Octubre. En ella se planteó qué es la enfermedad de Alzheimer, qué cambios histológicos se producen y el estado actual de la investigación.

Ambas actividades se englobaron dentro de las «Jornadas Santiago Ramón y Cajal: Un modelo de excelencia en el grado en Medicina», una iniciativa más ampliada, que inicialmente surgió para el desarrollo de las actividades propuestas en el presente trabajo.

## 3. TERCERA ETAPA: Realización de actividades por el alumnado

**Apertura por parte del docente de foros en campus virtual** donde el alumnado pudo comunicarse entre ellos/as y con el profesorado, así como formar los equipos de trabajo (máximo 6 alumnas/os).

El alumnado transmitió los conocimientos aprendidos (en las sesiones anteriores y mediante búsqueda de información adicional), creando contenidos multimedia de forma colaborativa.

Para ello, eligieron una de las modalidades siguientes:

- a) Creación de presentaciones en formato «power point» que incluyeran videos, audios...
- b) Creación de **videos** en el que ellas y ellos son las/los protagonistas, simulando una entrevista a un médica/o y/o investigador/a.
- c) **Redacción de artículos** de divulgación científica en el que se entrevista a un médica/o y/o investigador/a.

En cualquiera de las modalidades, se les facilitó un esquema/modelo con las preguntas que debían ser respondidas en sus trabajos: debían ser capaces de **comunicar a una persona profana lo aprendido**. La información transmitida debía recoger determinados **aspectos clave aprendidos**, por ejemplo:

- Quién fue Santiago Ramón y Cajal.
- Qué es el Legado Cajal.

- Cuáles fueron sus aportaciones más relevantes en histología, métodos histológicos, formación de Escuela Neurohistológica.
- Qué es el Alzheimer.
- Qué cambios se producen en el tejido nervioso.
- Estado de la investigación y perspectivas...

#### 4. CUARTA ETAPA: Evaluación de las actividades

- a) **Todos los trabajos se colgaron en el campus para que fueran accesibles al resto de los grupos** para su revisión. En la evaluación y calificación de los trabajos, participaron tanto los compañeras/os (evaluación entre iguales) como el profesorado. La evaluación de los compañeras/os se realizó inter-grupos, es decir, de forma individual se valoró el trabajo realizado por los distintos grupos. Los tres mejores fueron difundidos por las redes sociales.
- b) Con el fin de poder cuantificar la opinión del alumnado con respecto a varios aspectos de la actividad propuesta, **se encuestó a las/los participantes sobre la utilidad y aprovechamiento de esta actividad** en el aprendizaje del alumnado. La tabla 1 muestra los ítems de las encuestas relacionados con las competencias a evaluar. Cada una de las preguntas se valoraron del 1 al 10, siendo 1 la puntuación que señala el menor acuerdo con la pregunta y 10 el mayor acuerdo con la misma. El alumnado cumplimentó la encuesta de forma voluntaria y anónima, tras la realización de todas las actividades, presentación de los trabajos y evaluación de los mismos.

**Tabla 1**

Extracto de la encuesta realizada al alumnado  
tras las actividades desarrolladas con el rango de puntuación posible

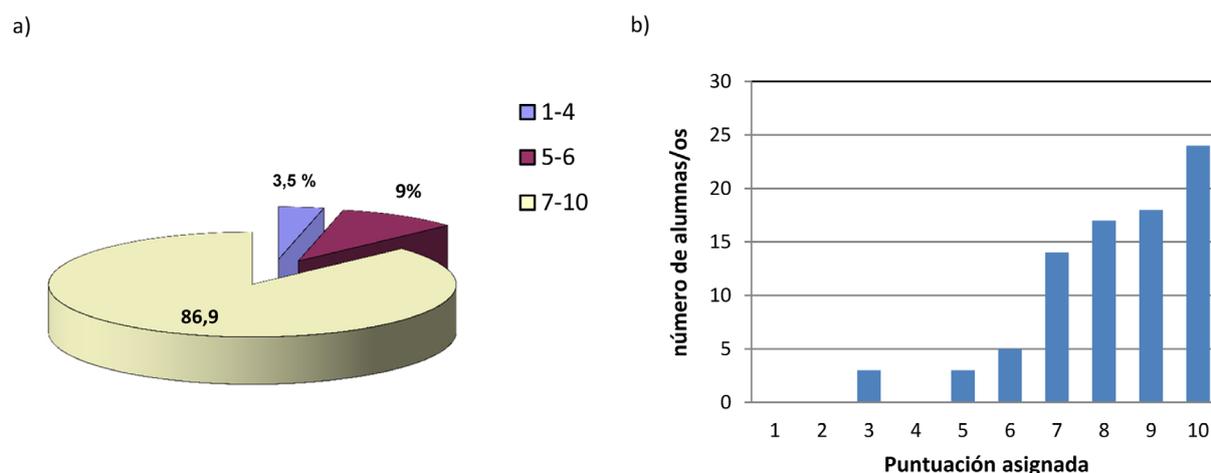
<b>La elaboración del trabajo</b>	
¿Ha propiciado y fomentado la organización grupal y el trabajo en equipo?	1-10
¿Ha resultado útil para sintetizar y organizar los contenidos aprendidos?	1-10
¿Ha favorecido y potenciado la capacidad de transmitir información de manera efectiva y clara?	1-10
<b>Reflexiones y grado de satisfacción</b>	
¿La calificación que se obtienen del trabajo es proporcional al esfuerzo personal empleado?	1-10
¿Consideras positivo participar en la evaluación y ser evaluado por otros/as compañeros/as, además de hacerlo el/la profesor/a	1-10
¿Recomendarías la realización de esta actividad para los próximos cursos?	1-10

## Resultados

La participación total del alumnado en las actividades propuestas fue de 84, durante dos cursos académicos (2016-17 y 2017-18).

Se evaluaron los resultados procedentes de la encuesta señalada en la cuarta etapa. En ésta se valoraron distintos ítems, presentándose en este trabajo aquellos enfocados a valorar la percepción del alumnado respecto a la adquisición de las competencias abordadas: trabajo en equipo, capacidad de comunicación y capacidad de sintetizar y organizar contenidos. Así mismo se evaluó su opinión sobre el sistema de evaluación entre iguales utilizado. Cada pregunta se valoró del 1 al 10, tal y como se ha indicado en el apartado de métodos. Para el estudio de los resultados se agruparon las respuestas puntuadas por debajo del 4 como negativas, 5-6 indiferentes y valores iguales o mayores de 7 como positivas.

Respecto a la pregunta sobre si creen que las actividades propuestas han propiciado y fomentado la organización grupal y el trabajo en equipo, el 86,9% del alumnado consideró positivo (puntuación igual o superior a 7 sobre 10) la actividad propuesta, siendo en este grupo, la puntuación media de 8,71. El 3,5% consideró que la actividad no fomentaba el trabajo en equipo tal y como se refleja en la figura 1.a). Respecto al número del alumnado que asignó la máxima puntuación a este ítem, encontramos que 24 de ellas y ellos (28,6%) consideró que esta actividad propiciaba el trabajo en equipo con una puntuación de 10 (figura 1.b).



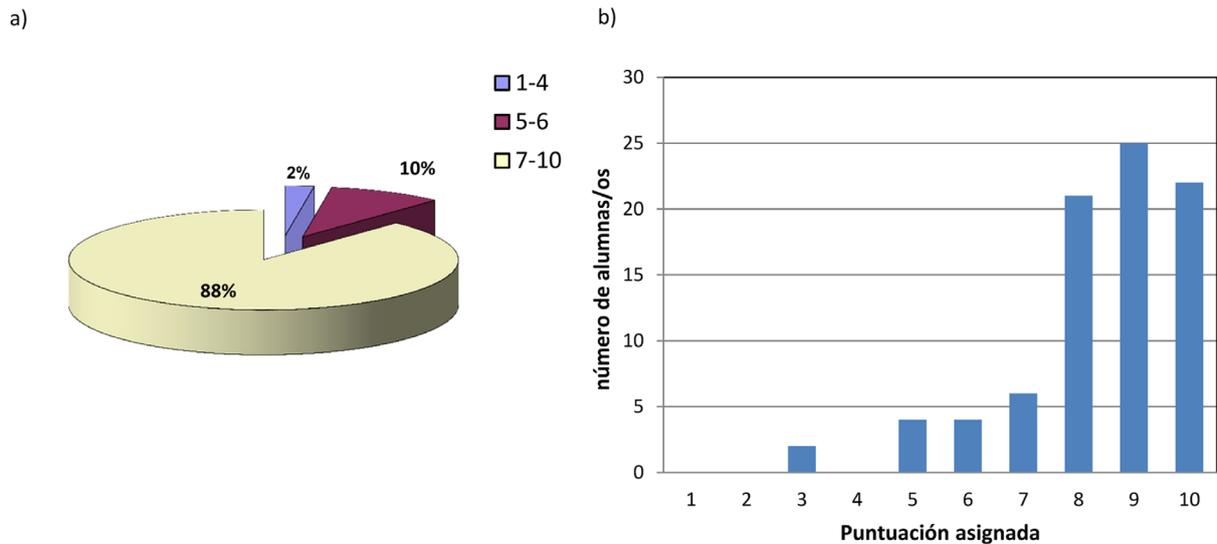
**Figura 1**

Resultado del ítem:

«¿ha propiciado y fomentado la organización grupal y el trabajo en equipo?» de la encuesta.

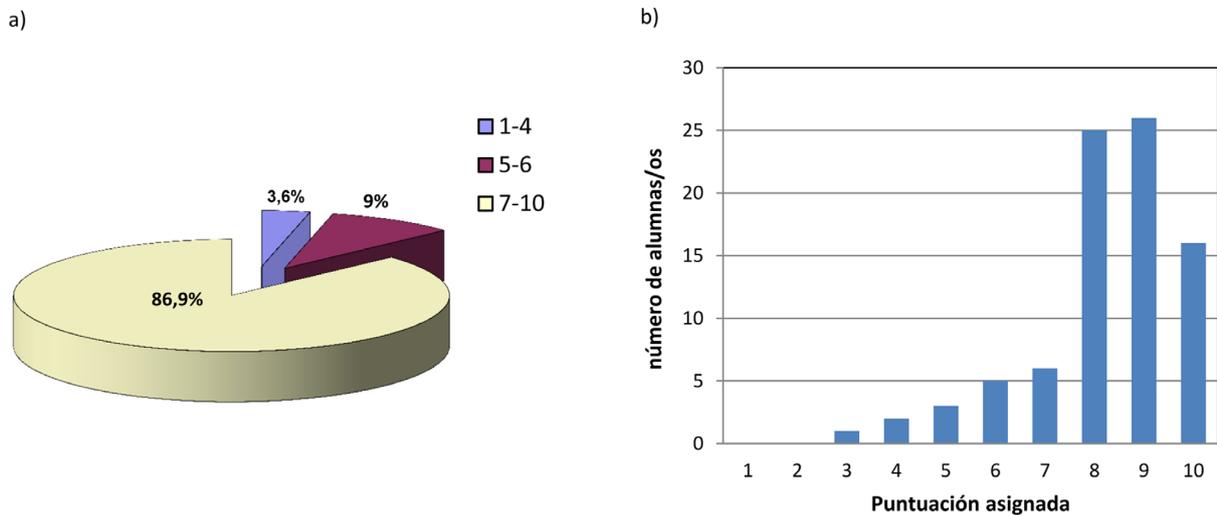
a) Valores expresados en porcentaje, agrupados por rangos: negativos (puntuaciones menores a 4), indiferentes (puntuación 5-6) y positivos (igual o mayor de 7). b) Número de alumnos y alumnas que asignó cada puntuación. Número total de encuestados 84

Respecto a la pregunta sobre si estas actividades han favorecido y potenciado la capacidad de transmitir información de manera efectiva y clara, el 88,1% de los alumnas/os encuestados consideraron positiva (puntuación entre 7 y 10) la actividad propuesta, siendo en este grupo, la puntuación media de 8,97. El 2,3% consideró que la actividad no había favorecido la capacidad de comunicación (figura 2).



**Figura 2**

Resultado del ítem:  
«¿ha favorecido y potenciado la capacidad de transmitir información de manera efectiva y clara?»  
de la encuesta. a) Valores expresados en porcentaje, agrupados por rangos: resultados negativos  
(puntuaciones menores a 4), indiferentes (puntuación 5-6) y positivos (igual o mayor que 7). b)  
Número de alumnas/os que asignó cada puntuación.  
Número de encuestados 84



**Figura 3**

Resultado del ítem:  
«¿Ha resultado útil las actividades para ayudar a sintetizar y organizar los conocimientos aprendidos?»  
de la encuesta. Valores expresados en porcentaje, agrupados por rangos: negativos (puntuaciones  
menores a 4), indiferentes (puntuación 5-6) y positivos (igual o superior a 7).  
Número de encuestados 84

Respecto a la pregunta sobre si esta actividad ha resultado útil para sintetizar y organizar los conocimientos aprendidos, los resultados mostrados en la figura 3 indican que el 86,9% consideraron positiva (puntuación igual o superior a 7 sobre 10) la actividad propuesta, siendo en este grupo, la puntuación media de 8,7. El 3,6% considera que la actividad no favorece la capacidad de sintetizar y organizar contenidos.

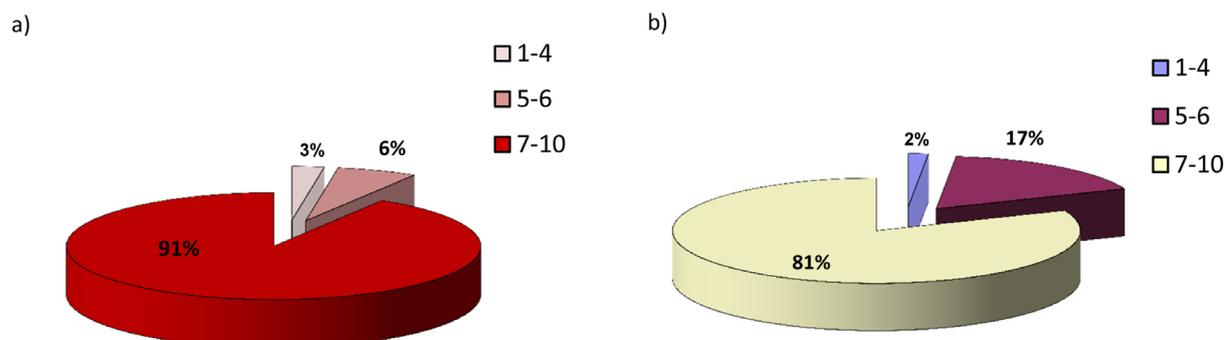


Figura 4

a) Resultado del ítem: «¿Consideras positivo participar en la evaluación y ser evaluado por otras/os compañeras/os, además de hacerlo el profesor/a?» de la encuesta.

b) Resultados de la pregunta «La calificación que se obtiene del trabajo es proporcional al esfuerzo personal empleado». Valores expresados en porcentaje, agrupados por rangos: negativos (puntuaciones menores a 4), indiferentes (puntuación 5-6) y positivos (igual o superior a 7). Número de encuestados 84

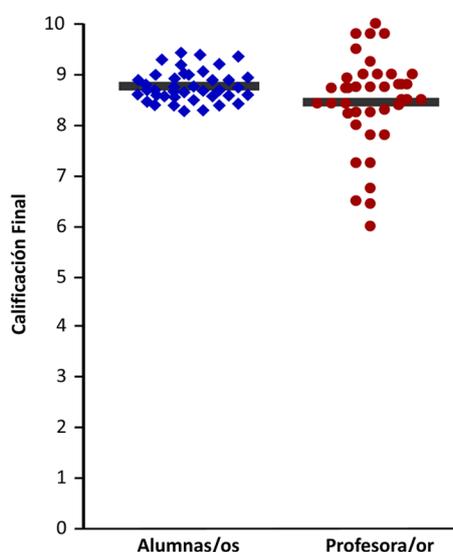
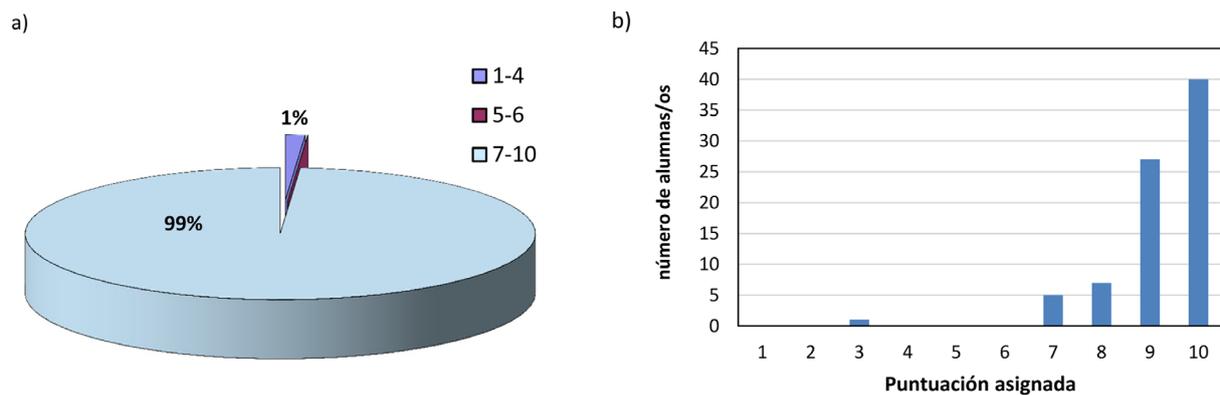


Figura 5

Representación del rango de calificaciones de los trabajos evaluados por el alumnado (evaluación entre iguales) y por el profesorado

Respecto al sistema de evaluación utilizado, se les preguntó su opinión sobre el hecho de ser evaluados por sus compañeras/os además de por el profesorado (figura 4.a), y si la calificación obtenida final por su trabajo reflejaba el esfuerzo realizado (figura 4.b). La mayor parte del alumnado consideró positivo evaluar y ser evaluado por sus compañeras/os, la puntuación máxima de 10 fue asignada por 24 de los alumnos/os encuestados. Respecto si la calificación reflejaba el esfuerzo realizado, aunque el 81% consideraba que sí, sólo 6 de los alumnas/os encuestados puntuaron con la máxima calificación (10) esta pregunta. En relación a la elaboración de los trabajos y sus calificaciones, se compararon las asignadas por el profesorado y las realizadas por las/los compañeras/os (figura 5). Tal y como muestra la figura 5, aunque la media de las calificaciones totales obtenidas por la evaluación de las/los compañeras/os frente a las realizadas por el profesorado no fue significativamente distinta, la dispersión de las calificaciones fue mayor en las puntuaciones realizadas por el profesorado.

Por último, respecto a la pregunta sobre si recomendarían la realización de esta actividad para los próximos cursos, el 99% consideraron positivo (puntuación entre 7 y 10) la actividad propuesta, siendo, en este grupo, la puntuación media de 9,3. El 1,25% no recomendaría realizar la actividad (figura 6).



**Figura 6**

Resultado del ítem:

«¿Recomendarías la realización de esta actividad para los próximos cursos?» de la encuesta.

a) Valores expresados en porcentaje, agrupados por rangos: negativos (puntuaciones menores a 4), indiferentes (puntuación 5-6) y positivos (igual o superior a 7). b) Número de alumnas/os que asignó cada puntuación. Número de encuestados 80

## Discusión y conclusiones

El objeto de las actividades propuestas se enmarca en la necesidad de desarrollar competencias en el alumnado descritas en el libro blanco de Medicina de la ANECA, que son consideradas útiles para el desarrollo de su profesión. Es bastante conocido el valor formativo del cine, la literatura, el arte, las vistas culturales... y otras actividades sobre el aprendizaje de competencias transversales (Hidalgo y cols., 2012; Loscos y cols., 2006). En la presente experiencia, hemos utilizado la figura del premio nobel de Fisiología o Medicina español San-

tiago Ramón y Cajal, como hilo conductor y como personaje motivador para el desarrollo de competencias genéricas o transversales. Todas las actividades propuestas giraron en torno a Cajal como ejemplo de investigador y médico excepcional y nos sirvió para acercar al estudiante el conocimiento del sistema nervioso, la neurología y las enfermedades neurodegenerativas. Los resultados obtenidos apuntan en el mismo sentido que los obtenidos en las actividades anteriormente comentadas: el uso de las actividades realizadas, son valoradas muy positivamente (en el rango entre 7 y 10) por el alumnado para desarrollar las tres competencias estudiadas: tanto para fomentar el trabajo en equipo como para favorecer y potenciar la capacidad de transmitir de forma clara los conocimientos e incluso para sintetizar y organizar los conocimientos aprendidos. Los valores medios son muy similares: 86.9% 88% y 87.9% respectivamente. Curiosamente, si desglosamos los datos por puntuación en los ítems estudiados y nos fijamos en el número de alumnas/os que puntúan con la máxima calificación (10) la adecuación de las actividades a cada una de las competencias señaladas, vemos que hay claras diferencias: hay más estudiantes que piensan que esta actividad es muy adecuada para fomentar el trabajo en equipo (29% del alumnado) y para potenciar la capacidad de transmitir información de manera efectiva y clara (27% del alumnado) que para sintetizar y organizar los conocimientos (sólo el 18% del alumnado).

Respecto a las preguntas relacionadas con el método de evaluación, en concreto en la evaluación entre iguales, los resultados de la encuesta muestran que las/los alumnas/os consideran interesante ser incorporados como actores o actrices en el proceso de evaluación, y no sólo participar como meros espectadores u objetos del mismo. Estos resultados son concordantes con los señalados en estudios anteriores (Ibarra Saiz y cols., 2012). Por otro lado, si centramos nuestra atención en el resultado de la evaluación entre iguales vs la del profesorado (figura 5) vemos que las calificaciones de los trabajos cuando son evaluados por el alumnado frente a cuando lo son por el profesorado, muestran una menor dispersión. A pesar de ello, si el análisis se individualiza, es decir, se compara la calificación de cada uno de los trabajos asignada por las/los alumnas/os y la del docente éstas comparaciones muestran una correlación positiva, hecho descrito anteriormente (Ibarra Saiz y cols., 2012). La baja dispersión señalada anteriormente ha sido explicada por varios autoras/es por distintas causas: cierta reticencia a evaluar a compañeras/os (Liu y Carless, 2006), a la presencia dentro del grupo de que alguien que lo domina y que incrementan su puntuación, a la sobrevaloración en algunos casos establecida por relaciones de amistad... (Ibarra Saiz y cols., 2012). En nuestro caso, pensamos que la causa puede ser debida a que aunque se les facilitó unas directrices generales para realizar las evaluaciones entre iguales, no se les facilitó una rúbrica con criterios y puntuaciones desglosada y claramente definidas para ello. La rúbrica ha demostrado ser una herramienta muy útil para dirigir el proceso de evaluación y ayudar a la objetividad del mismo (Chica Merino, 2011). Por ello, proponemos incorporar este instrumento para próximas ediciones de estas actividades así como fomentar la participación del alumnado en la elaboración de la misma.

Finalmente podemos destacar que la experiencia ha sido acogida de forma muy positiva, ya que el 99% del alumnado encuestado puntúa como positiva la realización de la actividad, con un 50% del alumnado que la calificó con la máxima puntuación de 10. Tras nuestra experiencia en estos cursos y basándonos en las encuestas recibidas, concluimos que la experiencia propuesta es recibida muy satisfactoriamente por el alumnado y que les ayuda a adquirir las competencias transversales para las que esta actividad había sido propuesta. La incorporación de la evaluación entre iguales en el proceso de calificación ha sido una me-

jora percibida por ellas y ellos, pese a que creemos que para mejorar su objetividad, debemos proporcionar al alumnado las herramientas adecuadas para ello como por ejemplo la rúbrica.

## Bibliografía

- Alsina Masmitjà, J. (coordinador). Cuadernos de docencia universitaria 26: rúbricas para la elaboración de competencias. *Ediciones OCTAEDRO*. 2013
- Franco CAGDS, Franco RS, Lopes JMC, Severo M, Ferreira MA. Clinical communication skills and professionalism education are required from the beginning of medical training - a point of view of family physicians. *BMC Med Educ*, 2018, 18(1):43.
- Baños JE y Pérez J. Cómo fomentar las competencias transversales en los estudios de Ciencias de la Salud: una propuesta de actividades. *Educ. Med*, 2005. vol.8, 4.
- Clements D, Dault M. and Priest A. Effective teamwork in healthcare: Research and reality. *Health-care Papers* 2007, 7, pp: 26-34.
- Chica Merino, Encarnación. Una propuesta de evaluación para el trabajo en grupo mediante rúbrica. *Escuela Abierta*, 2011, 14, pp: 67-81.
- Gutiérrez Fuentes, J A. Competencias transversales en el grado de Medicina. *Educación médica* 2015, 16 (supl 1), pp: 6-12.
- Esteban Moreno, RM<sup>o</sup>. Colección Educación universitaria. Título: Una mirada internacional a las competencias docentes universitarias. Investigación en primera persona: profesores y estudiantes Coordinadoras: Esteban RM<sup>a</sup> y Menjívar de Barbón SV. *Ediciones OCTAEDRO*, S.L. 2011. ISBN-10: 8499212247.
- Hidalgo A, Bordallo J, Sánchez M, Cantabrana B. Protagonismo de los alumnos en el aprendizaje. Una experiencia en el primer curso de medicina. *Educ Med* 2012, 15 (4), pp: 213-219.
- Ibarra Sáiz MS, Rodríguez Gómez G y Gómez Ruiz, MA. La evaluación entre iguales: beneficios y estrategias para su práctica en la universidad. *Revista de educación* 2012, 359, pp: 206-231.
- Liu, NF y Carless D. Peer feedback: the learning element of peer assessment. *Teaching in Higher Education*, 2006, 11(3), pp: 279-290.
- Loscos J, Baños JE, Loscos E, y de la Cámara J. Medicina, Cine y Literatura: una experiencia docente en la Universitat Autònoma de Barcelona. *Rev Med Cine* 2006, 2(4), pp: 138-142.
- Majós, TM, Álvarez RC y de Gispert I. *Revista de Educación* 2009, 348, pp: 377-399.

## Capítulo 13

# Píldoras de aprendizaje activo en grupos grandes: Instrucción por Pares y la Técnica del Puzzle

Aintzane Apraiz García\*

Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, Spain

**Resumen:** El aprendizaje activo se basa en metodologías con el alumnado como protagonista y facilitan el desarrollo de competencias transversales, cada vez más demandadas por el mercado laboral. Sin embargo, su implementación en grupos grandes, es complicada. Según se describe en este capítulo se realizaron metodologías activas con estudiantes del primer curso del Grado en Medicina con el objetivo de evaluar su utilidad para el desarrollo de competencias específicas y transversales en nuestro contexto. Para ello, seleccionamos la modalidad docente denominada Prácticas de Aula en la que se forman grupos de no más de 50 estudiantes. Las técnicas de aprendizaje activo seleccionadas fueron la Instrucción por Pares y la Técnica Jigsaw o del Puzzle. La evaluación formativa se realizó de manera presencial mediante la herramienta Socrative y la sumativa mediante la incorporación de parte del contenido en la prueba final de evaluación. El desarrollo de las actividades en los 3 grupos fue adecuado y la interacción entre el alumnado intensa pese a la escasez de tiempo en las actividades presenciales. El alumnado mostró haber asimilado los conceptos principales en la prueba de evaluación formativa si bien los resultados fueron sensiblemente inferiores en la prueba final. Podemos concluir que este tipo de técnicas son aplicables en modalidades con grupos de tamaño intermedio y facilitan el desarrollo de competencias transversales al fomentar la interacción entre estudiantes. Sin embargo, el aprendizaje significativo de los conceptos requeriría de otras medidas más allá de la implementación puntual de estas técnicas.

---

\* Dirección de correspondencia a: Aintzane Apraiz García. Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Barrio Sarriena, s/n, 48940 Leioa, Spain. Tel.: +34-94-6012881. Fax: +34-94-6012950. Email: aintzane.apraiz@ehu.eus - <https://orcid.org/0000-0002-8068-1138>.

**Palabras clave:** Grupos grandes; Instrucción por pares; Técnica del Puzzle; Aprendizaje autónomo; Aprendizaje cooperativo.

**Abstract:** Active learning is based on student-centered methodologies and provides an adequate environment for the development of soft skills, which are increasingly demanded by the job market. However, the implementation of such techniques poses a challenge in large groups. As described in this chapter, we made use of a practical lecture (with no more than 50 students per group) to determine the value of active learning methodologies in order to develop subject-specific and soft skills in our specific context. The participating students belonged to the first year of the Bachelor of Medicine. The selected techniques were the Peer Instruction and the Jigsaw Classroom. The formative evaluation was carried out using Socratic, whereas the summative evaluation involved the presence of specific contents in the final exam. Activities were conducted properly in the 3 student groups and intense interaction was observed among students, despite the limited time for the face-to-face session. Major concepts were properly incorporated by the students according to the in situ formative evaluation, although significantly worse results were obtained in the final exam. It can be concluded that active learning-based methodologies are applicable in medium-sized groups, successfully reinforce interaction among students and, consequently, the development of the so-called soft skills. However, the significant learning of major concepts may require other actions rather than the exceptional implementation of this type of techniques.

**Keywords:** Large groups; Peer instruction; Jigsaw; Autonomous learning; Cooperative learning.

**Laburpena:** Sarrera eta Helburuak: Ikaskuntza aktiboa ikaslea pertsonaia nagusitzat duten metodologietan oinarritzen da. Metodologiak hauek, besteak beste, zeharkako gaitasunen garapena ahalbidetzen dute, zeinek gero eta garrantzia handiagoa baitute lan-merkatuan. Haien inplementazioa, ordea, bereziki konplexua da ikasle talde handietan. Kapitulu honetan azaltzen denez, metodologia aktiboak garatu genituen Medikuntzako Gradu lehen mailako ikasleekin, gure testuinguruan, gaitasun espezifiko zein zeharkakoak garatzeko baliagarritasuna ebaluatzeko. Inplementazioa gela-praktika deritzon irakaskuntza-modalitatean egin zen, gehienez 50 ikaslekoak ziren taldeekin. Metodologia: Landutako teknikak Kideen arteko Heziketa eta Puzzlearen Teknika izan ziren. Ebaluazio hezigarria Socratico tresnaren bidez egin genuen bertaratze-orduetan; ebaluazio gehigarria, ordea, azken proban, horretan gela-praktikan garatutako kontzeptuak barneratuz. Emaitzak: Jardueren garapena egokia izan zen 3 taldeetan, eta bertaratze-fasean behatutako denbora-urritasunak ez zuen ikasleen arteko elkarrekintza oparoa kaltetu. Lekuan egindako ebaluazio hezigarriaren bidezko emaitzen arabera, kontzeptu nagusien bereganatze-maila egokia izan zen, azken probako emaitzak nabariki okerragoak izan ziren arren. Ondorioak: Ikaskuntza aktiborako metodologiak erabilgarriak dira talde ertainetan zeharkako gaitasunen garapena errazteko, eragindako ikasle arteko elkarrekintza indartsua dela medio. Ikaskuntza esanguratsua lortzeak, ordea, teknika horien salbuespeneko erabileraz gaindiko ekintzak beharko lituzke.

**Gako-hitzak:** Talde handiak; Kideen arteko Heziketa; Puzzlearen Teknika; Ikaskuntza autonomoa; Ikaskuntza kooperatiboa.

## Introducción

El aprendizaje activo puede definirse como el proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y actitudes mediante estrategias educativas que se centren en la involucración del propio alumnado en el proceso de aprendizaje más allá de la escucha pasiva y memorización de la información facilitada por el docente. Idealmente, las estrategias asociadas al aprendizaje activo deberían promover el pensamiento crítico y creativo e incluso facilitar la exploración de actitudes y valores mediante metodologías que fomenten el intercambio de ideas entre compañeros o con el grupo entero y tanto proveer como recibir una retroalimentación adecuada del proceso que se está realizando (Konopka y cols., 2015). Por lo tanto, el aprendizaje activo está íntimamente ligado no sólo a la adquisición de destrezas propias de un área del conocimiento (competencias específicas) sino también al desarrollo de competencias transversales (denominadas *soft skills* en inglés), es decir, ligado al desarrollo de capacidades de espectro amplio, no específicas de una profesión o área de conocimiento concreta, y aplicables a contextos y tareas de diversa índole. Se encuentran entre estas competencias aquellas ligadas a la capacidad de análisis y síntesis, la comunicación oral y escrita, la capacidad de trabajo en equipo, la gestión del tiempo, la toma de decisiones u otras, cada vez más demandadas en el mercado laboral (<https://noticias.universia.net.co/practicas-empleo/noticia/2016/05/11/1139319/10-competencias-transversales-valoradas-empleadores.html>).

Sin embargo, y durante muchos siglos, el aprendizaje pasivo, principalmente basado en la clase magistral, ha representado (y sigue representando en gran medida) la estrategia preponderante en el sistema educativo superior. La predominancia de la clase magistral, centrada en el discurso por parte del docente, se explica desde varios puntos de vista resumidos en los siguientes puntos (Lom, 2012):

- a) Las clases magistrales están consideradas como estrategias educativas con alta efectividad para sintetizar y comunicar información compleja especialmente cuando debe realizarse en clases de duración corta, con grupos grandes de alumnos y alumnas y asociadas a materias con espacio curricular reducido.
- b) Los docentes actuales fueron instruidos mediante clases magistrales por lo que habría una tendencia natural para reproducir dicha pauta.
- c) Las clases magistrales representan una manera económicamente efectiva para transmitir la información ya que con el salario de un único docente y la disposición de un aula con asientos, la institución puede matricular a un número elevado de estudiantes.
- d) La mayoría de las universidades están creadas, estructuradas, alrededor de las clases magistrales por lo que se dispone de pocas aulas con el tamaño y plasticidad adecuadas para la correcta implantación de metodologías activas. Junto a ello, en muchos casos, el propio cronograma se basa en la organización de las clases magistrales de corta duración lo que dificulta la organización de sesiones largas destinadas a otras estrategias (e.g. trabajo en grupo).

Es altamente probable que las 4 circunstancias arriba descritas se cumplan en el caso concreto del Grado en Medicina de la UPV/EHU, especialmente en asignaturas básicas de rama y obligatorias, impartidas en los primeros cursos del Grado y en los que habitualmente se cuenta con grupos de 80-100 estudiantes. Sin embargo, es también cierto que la

existencia de modalidades docentes diferentes a la de la clase magistral (Prácticas de Aula, Seminarios, Prácticas de Laboratorio...) abre una ventana a la implantación racional de metodologías relacionadas con el aprendizaje activo. Tal y como se menciona en la Normativa Sobre Tipos de Docencia y Dimensionamiento de Grupos en el Marco de Créditos Europeos ECTS (22/12/2012) de la UPV/EHU, modalidades como la de las Prácticas de Aula deben de impartirse en grupos medianos de hasta 50 alumnos y alumnas mientras que los grupos se reducen a 25 estudiantes (e.g. Seminarios, Prácticas de Laboratorio) e incluso a 8 estudiantes (Prácticas clínicas) en otras modalidades. Junto a ello, debemos recordar que el sistema de créditos ECTS incluye no sólo las horas dedicadas a actividades presenciales sino también horas no presenciales necesarias para el desarrollo de las competencias especificadas o bien para la realización de las pruebas descritas para la materia (<http://www.eees.es/es/ects>).

La actividad propuesta se realizó durante el curso académico 2017/2018, en la asignatura denominada *Genética y Biología del Desarrollo* (6 ECTS, asignatura Básica) que se imparte en el 2.º cuatrimestre del 1.º curso del Grado en Medicina (UPV/EHU). La asignatura consta de 4 bloques temáticos principales: 1. Organización y Funcionamiento del Material Genético, 2. Procesos relacionados con la Proliferación Celular, 3. Herencia y 4. Bases Celulares y Moleculares de la Fertilización y el Desarrollo Embriológico. El segundo bloque, engloba conceptos relacionados con la Proliferación Celular tales como el *control del ciclo celular*, la *muerte celular*, la *senescencia* o *situaciones patológicas ligadas a la proliferación celular* (e.g. el cáncer). En este contexto, la actividad se desarrolló ligada al área del cáncer bajo la modalidad docente denominada *Práctica de Aula* en la que el grupo principal de hasta 100 estudiantes se divide en subgrupos de no más de 50 estudiantes.

El objeto general que se persiguió fue el de *abondar en las bases moleculares del cáncer así como en la interpretación de resultados derivados de técnicas experimentales habituales en el campo como la citometría de flujo mediante metodologías que incentivarán el aprendizaje autónomo así como el cooperativo*. Dicho objetivo general se dirigía tanto al desarrollo de competencias específicas de la asignatura así como al desarrollo de competencias transversales:

—Competencias específicas de la asignatura

1. Ser capaces de identificar y entender las posibles causas de los cambios en el proceso de proliferación celular así como de interpretar las consecuencias tanto a nivel celular como orgánico.
2. Ser capaces de identificar las alteraciones en la información genética que subyacen a casos clínicos.

—Competencias transversales

Mejorar en competencias como las ligadas al *análisis y síntesis* de la información facilitada, la capacidad de desarrollar *aprendizaje autónomo*, la competencia ligada a la *comunicación oral y escrita* así como la capacidad de *trabajar en equipo*.

Los resultados de aprendizaje ligados a esta actividad y relacionados con las competencias descritas fueron las siguientes:

—Resultados de aprendizaje específicos de la asignatura

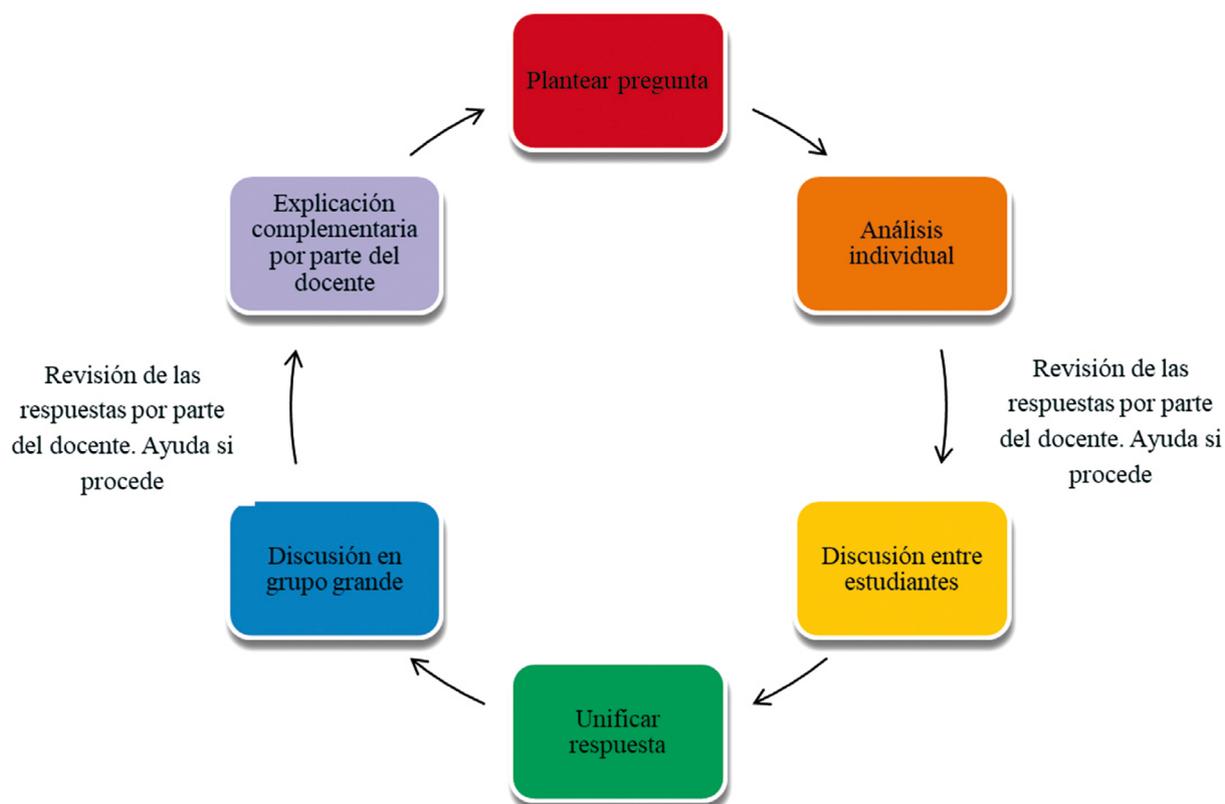
1. Identificar cambios en el patrón del ciclo celular (**Citometría de flujo**) y comprender los mecanismos moleculares subyacentes.
2. Analizar un texto científico relativo a las **características genéticas del cáncer**, extraer conceptos principales y resolver cuestiones planteadas al respecto.

—Resultados de aprendizaje ligados a competencias transversales

1. Elaborar trabajo individual no presencial (**aprendizaje autónomo**).
2. Discutir y acordar respuestas en relación a cuestiones planteadas (**trabajo en equipo**).
3. Planificar y desarrollar un trabajo con el material, tiempo y recursos propuestos (**gestión**).
4. Explicar de manera efectiva los conceptos presentados (**comunicación oral**).

## Métodos

1. **Técnica denominada Instrucción por pares.** Desarrollado por el profesor Eric Mazur en la década de los 90 (Mazur, 1997) se basa en la invertir la secuencia habitual de transferencia de la información y asimilación de la misma. Clásicamente, la información se facilita durante las actividades presenciales (e.g. clases magistrales) mientras que la asimilación de los conceptos presentados se realiza a posteriori de manera típicamente individual y no presencial. Mediante esta técnica, la información y las preguntas conceptuales relativas a la misma se presentan en primera instancia de manera individual para después crear grupos de discusión entre iguales hasta llegar a una respuesta común que el docente deberá verificar y ayudar a completar o corregir si fuera necesario. La metodología descrita por el profesor Mazur incluye la verificación de la comprensión tanto en la fase individual como en la grupal mediante test u otras actividades. Las fases principales de la Instrucción por pares se resumen en la figura 1.



**Figura 1**

Fases principales del desarrollo de la Instrucción por pares en base al modelo propuesto por Eric Mazur

2. **Técnica del Puzzle: descripción.** Esta técnica, también conocida como Jigsaw Classroom en inglés, fue desarrollada en 1971 por Elliot Aronson y algunos de sus estudiantes para hacer frente a una situación potencialmente conflictiva en la que por primera vez tras la desegregación racial en EE.UU., los alumnos y alumnas de diferentes razas diferentes convivían en el mismo aula (Aronson y cols., 1975). Brevemente, esta técnica se basa en desarrollar interdependencia positiva entre los y las estudiantes para alcanzar un fin común de manera cooperativa. Los pasos descritos para el desarrollo de esta técnica se resumen en la figura 2.



Paso 1: organizar los estudiantes en grupos de 5-6.

Paso 2: nombrar a uno/a portavoz del grupo.

Paso 3: dividir la materia en 5-6 partes (una parte por persona).

Paso 4: asignar a cada estudiante una parte de la materia.

Paso 5: facilitar el tiempo suficiente como para familiarizarse con su parte de la materia.

Paso 6: formar temporalmente los “grupos de expertos”.

Paso 7: rehacer los grupos originales de 5-6 estudiantes.

Paso 8: cada miembro del grupo expone el contenido de su parte al resto.

Paso 9: observación de todo el proceso por parte del docente.

Paso 10: realizar una prueba sobre la materia global analizada.

**Figura 2**

Pasos para el desarrollo de la Técnica del Puzzle o Jigsaw según lo descrito por Elliot Aronson

El **desarrollo de la actividad** se realizó en base a lo descrito a continuación:

### **Transmisión de la información para la fase presencial y la no presencial**

Tanto los materiales e información como las pautas concretas de desarrollo de la actividad fueron facilitadas con al menos 4 días de antelación mediante la herramienta Moodle de la UPV/EHU denominada eGela.

### **Creación de grupos de trabajo**

Los 120 alumnos y alumnas se agruparon en 3 grupos de 40 personas que realizaron la actividad en diferentes días. Grupos de 4 estudiantes formaron la unidad básica de trabajo de modo que creamos 10 grupos para cada uno de los días. Los miembros del grupo fueron asignados en base a su orden de lista.

### **Fase de trabajo autónomo no presencial**

La actividad tenía asignadas 2 horas de trabajo no presencial para los cuales se seleccionaron 2 vídeos en inglés relacionados con los principios y las utilidades de la citometría de flujo: *Introduction to Flow Cytometry* (<https://www.youtube.com/watch?v=sfWWxFBltPQ>) and *Flow Cytometry for DNA analysis* ([https://www.youtube.com/watch?v=3390Y\\_bnSas](https://www.youtube.com/watch?v=3390Y_bnSas)). Dada la novedad del material facilitado para el alumnado, se estimó que cada video de 10 minutos debería de ser visualizado al menos 2 veces para su comprensión. Así mismo se propusieron 2 ejercicios basados en experimentos reales (Apraiz y cols., 2017) de niveles progresivos de dificultad para analizar y resolver de manera autónoma y no presencial estimando la necesidad de no más de 1 hora para desarrollar la tarea. Todo ello representaba la primera parte (individual) de la técnica denominada *Peer Instruction* o *Instrucción por Pares*. Por último, se les facilitó el acceso a una revisión científica relacionada con las bases genéticas del cáncer (Vogelstein y cols., 2013) para que dispusieran de la misma en la fase presencial de trabajo.

### **Fase de trabajo presencial en el aula**

Las 2 horas presenciales destinadas a la actividad se dividieron en 2 bloques; un primer bloque denominado «**Fase grupal de la técnica de Instrucción por pares**» (30 min). Trabajo en grupos de 4 personas, previo a la puesta en común de toda la clase. Los conceptos analizados y los ejercicios realizados de manera individual y autónoma se discutieron en los grupos de 4 personas durante 15 min, tiempo en el que el docente revisaba aleatoriamente los ejercicios realizados para detectar posibles errores de concepto. Los miembros de cada grupo analizaron y discutieron las conclusiones alcanzadas ayudándose en las dificultades halladas. Durante los siguientes 15 min se realizó una puesta en común de los conceptos presentados aclarando posibles errores y resolviendo los ejercicios mediante la aportación de las y los estudiantes.

La «*técnica del Puzzle*» (90 min, incluyendo una pausa de 10 min entre las actividades) se basó en el artículo de revisión titulado «*Cancer Genome Landscapes*» (Vogelstein y

cols., 2013) y se implementó tanto para profundizar en los mecanismos moleculares subyacentes al desarrollo y la evolución de los tumores así como para desarrollar las competencias transversales mencionadas. Se mantuvieron los grupos de 4 estudiantes y la actividad se desarrolló según se describe:

- Asignación de apartados concretos del artículo a cada uno de los miembros del grupo. Lectura y análisis individual del contenido (30 min).
- Reunión de expertos: agrupación de todos los componentes encargados de la lectura y análisis de un apartado concreto, formándose 4 grupos de 10 participantes cada uno. A cada grupo de expertos se les facilitaron 2-3 preguntas relativas a conceptos descritos en sus apartados correspondientes sobre los que debían discutir y acordar respuestas (20 min).
- Retorno al grupo de origen e intercambio de información. Cada componente del grupo contó con 5 min para brevemente explicar al resto de los miembros los conceptos relativos a las 2 preguntas sobre las que habían discutido en la reunión de expertos (20 min en total).

### **Evaluación de los resultados de aprendizaje**

Se realizó tanto en forma de evaluación formativa como sumativa.

Para la evaluación formativa se utilizó la herramienta online denominada *Socrative* (<https://www.socrative.com/>) mediante la que los y las estudiantes, de manera individual respondieron cuestiones relacionadas con todos los apartados del artículo de revisión analizados. En concreto, se realizaron preguntas de respuesta múltiple en relación a las 2 preguntas concretas relacionadas con cada uno de los apartados. La prueba se realizó de manera anónima debido al interés por analizar el nivel de adquisición de los conceptos presentados pero sin tener repercusión directa en la calificación final. Para ello se utilizaron los últimos 10 minutos de la sesión presencial.

La evaluación sumativa se realizó mediante la inclusión de conceptos pertenecientes a esta práctica de aula en la prueba de evaluación final, manteniendo siempre la proporcionalidad de peso de la actividad en relación a la asignatura en su conjunto.

### ***Feed-back* o retroalimentación**

La retroalimentación en relación a la tarea sobre la Citometría de Flujo se realizó de manera presencial en la misma clase. En cuanto a los conceptos analizados mediante la técnica del Puzzle, se optó por realizar la retroalimentación de manera opcional y mediante el uso de las horas destinadas a Tutorías. Para ello, una vez los 3 grupos de 40 alumnos y alumnas realizaron la práctica de aula, se facilitó la serie de preguntas tratadas en los grupos de expertos mediante la plataforma eGela.

## Resultados

La actividad se desarrolló de manera adecuada en los 3 grupos aunque se apreció que los tiempos resultaban muy ajustados para completar todas las dinámicas planteadas. Si bien quedó patente que no todos y todas las estudiantes habían realizado la fase autónoma y no presencial de la actividad, fue también notoria la aportación de aquellos que lo habían realizado ya que la fase de discusión en pequeños grupos y la de discusión final de la técnica *Instrucción por pares* contó con el ambiente de discusión necesario para desarrollar competencias transversales ligadas a la comunicación oral. Las discusiones sirvieron para que fueran los propios estudiantes los que resolvieron la mayor parte de los problemas relativos a las tareas planteadas.

En cuanto al material seleccionado para la *Instrucción por pares*, los y las estudiantes mencionaron varios aspectos a resaltar:

- Los videos propuestos les resultaron adecuados en cuanto al contenido y no hubo comentarios específicos a cerca de que el material estuviera en inglés.
- La primera de las tareas destinadas como trabajo autónomo no presencial era de un nivel de complejidad bajo mientras que fueron muchos los que mencionaron que el segundo ejemplo suponía un reto.

En relación a las bases genéticas del cáncer, contenido trabajado mediante la *Técnica del Puzzle*, el desarrollo fue también adecuado (salvo el aspecto relativo al tiempo) habiendo llegado a completar la secuencia de pasos y de obtener resultados positivos en cuanto a la extracción y comprensión de los conceptos principales presentados así como de la capacidad de las y los estudiantes para trabajar en grupo y comunicar efectivamente la información.

Los resultados obtenidos mediante *Socrative* o en la prueba final se resumen en las tablas 1 y 2 respectivamente.

Tal y como se aprecia en la Tabla 1, el rendimiento de los 3 grupos fue elevado (> 65% de aciertos globales) si bien es cierto que los grupos 31GA1 y 31GA2 mostraron valores sensiblemente mayores de aciertos. En todos los casos el concepto de la primera pregunta (tipos de mutaciones puntuales) fue el mejor respondido mientras que el último concepto presentado (diferencias entre tejido tumoral y tejido sano) fue el peor con incluso > 50% de las respuestas incorrectas en el grupo 32GA1.

Subgrupo	Aciertos (promedio)	Pregunta				
		N.º1	N.º2	N.º3	N.º4	N.º5
31GA1	81.9%	96.9%	87.5%	68.8%	84.4%	71.9%
31GA2	91.0%	100,0%	93.1%	86.2%	96.6%	79.3%
32GA1	67.3%	90.0%	76.7%	60.0%	63.3%	46.7%
Promedio	80.1%	95.6%	85.8%	71.7%	81.4%	66.0%

Sin embargo, los resultados obtenidos en la prueba final (tabla 2) muestran un % de acierto mayor de estudiantes del grupo 32 respecto al grupo 31, el cual incluía tanto a estu-

diantes del 31GA1 como del 31GA2 (39% vs 22.5%). La pregunta realizada en la prueba de evaluación sumatoria estaba estrechamente relacionada con los conceptos de *mutación conductora* y *mutación pasajera*, ampliamente discutidos durante la sesión presencial y relacionado con la pregunta n.º2 del test realizado mediante *Socratic* en el que se obtuvieron % de acierto significativamente superiores en los 3 grupos (ver tabla 2).

GRUPO	Respuesta CORRECTA	Respuesta INCORRECTA	Sin respuesta
31	22.5%	41.3%	36.3%
32	39.0%	26.8%	34.2%

En referencia a los comentarios de los y las estudiantes sobre el material de estudio de las bases genéticas del cáncer, cabría destacar el siguiente:

- El contenido del artículo de revisión presentaba dificultades a parte del alumnado si bien los motivos fueros diversos: algunos (los menos) mencionaron el idioma (inglés) como fuente de dificultad mientras que otros mencionaban la profundidad del material presentado como fuente de dificultad principal.

## Discusión y conclusiones

Son muchos los aspectos a tener en cuenta al valorar los resultados obtenidos al implantar una metodología nueva y especialmente, al comparar metodologías clásicas dirigidas al aprendizaje pasivo con otras relacionadas con el aprendizaje activo. Ciertamente, la corriente actual de experimentación con metodologías activas, avaladas en parte por literatura mostrando las ventajas de dicha corriente frente a los métodos tradicionales (Crouch y Mazur, 2001, Armbruster y cols., 2009) predispone hacia la implementación de las mismas. Los resultados obtenidos respecto al ejercicio de citometría de flujo (no mostrados) y la alta tasa de aciertos en el test individual realizado durante la actividad presencial avalaron el desarrollo de las competencias específicas descritas anteriormente. Así mismo, y debido al tipo de metodología utilizada, dichos resultados evaluaban también positivamente el desarrollo de las competencias transversales tales como la gestión de los recursos (e.g. material, tiempo...), el trabajo en equipo o la capacidad de comunicación oral. Sin embargo, la baja tasa de aciertos de la prueba de evaluación final sugiere que la actividad realizada no fue suficiente para el aprendizaje significativo. Si bien estos resultados son preliminares y deben de ser tomados con cautela, hay varios aspectos que podríamos considerar: 1) Los y las estudiantes tienden a valorar con un mayor peso la información recibida mediante las clases magistrales, seguramente por ser el tipo de metodología a la que están más habituados. Los nuevos conceptos presentados en la actividad pudieran haber sido identificados como «secundarios» frente a los presentados en las clases magistrales; 2) Cualquier cambio metodológico requiere de una implantación sostenida y refuerzo de su importancia para la interiorización de la misma. En este caso, la implantación fue puntual; 3) Tal y como mencionan las y los estudiantes en el estudio de Armbruster y cols. (2009), podría haber una mayor dificultad a la hora de identificar los conceptos más relevantes analizados mediante este tipo de metodologías.

Al margen de los resultados, se observó que efectivamente, las metodologías utilizadas favorecían la interacción entre el alumnado así como la discusión crítica sobre los conceptos que analizaron aunque es también de interés mencionar algunas de las limitaciones que se observaron y que habitualmente no se mencionan: 1) El análisis individual de un material nuevo (de manera no presencial como presencial) requiere del estudiante un tiempo y esfuerzo que limitan la cantidad de conceptos o información asimilable, 2) La utilización continua de este tipo de técnicas podría resultar en una excesiva carga de trabajo no presencial para el alumnado, 3) La implementación de pruebas de evaluación para cada actividad (aún siendo una evaluación formativa y no sumativa) podría incrementar excesivamente el estrés del alumnado y 4) La preparación de material y sistemas de evaluación requiere del docente un mayor tiempo de dedicación. En relación al material seleccionado, la valoración del alumnado sugiere la utilización de videos de corta duración como una aproximación más asequible que los artículos científicos. Ello pudiera deberse bien al apoyo visual que ofrece el video bien al poco contacto previo de los y las estudiantes con los textos científicos.

Analizando la actividad y los resultados en su conjunto, una opción sostenible podría basarse en la combinación de metodologías pasivas (e.g. clases magistrales) para la presentación de los conceptos principales con metodologías activas dirigidas a la profundización en dichos conceptos y el desarrollo de competencias transversales.

## Bibliografía

### Artículos

- Apraiz A, Mitxelena J, Zubiaga A. Studying Cell Cycle-regulated Gene Expression by Two Complementary Cell Synchronization Protocols. *J Vis Exp* 2017, (124). doi: 10.3791/55745.
- Armbruster P, Patel M, Johnson E, Weiss M. Active learning and student-centered pedagogy improve student attitudes and performance in introductory biology. *CBE Life Sci Educ* 2009 Fall, 8(3):203-13. doi: 10.1187/cbe.09-03-0025.
- Aronson, E, Blaney, N, Sikes, J, Stephan, C, & Snapp, M. Busing and racial tension: The jigsaw route to learning and liking. *Psychology Today* 1975, 8: 43-50.
- Crouch CH, Mazur E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. *Am J Phys* 2001, 69 (9): 970-77. Doi: 10.1119/1.1374249.
- Konopka CL, Adame MB, Pedro Mosele H. Active Teaching and Learning Methodologies: Some Considerations. *Creative Education* 2015, 6:1536-1545. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2015.614154>.
- Lom B. Classroom Activities: Simple Strategies to Incorporate Student-Centered Activities within Undergraduate Science Lectures. *J Undergrad Neurosci Educ* 2012 Fall, 11(1):A64-71.
- Mazur, E. Peer Instruction: A User's Manual Series in Educational Innovation. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997.
- Vogelstein B, Papadopoulos N, Velculescu VE, Zhou S, Diaz LA Jr, Kinzler KW. Cancer genome landscapes. *Science* 2013, 339(6127):1546-58. Doi: 10.1126/science.1235122.

## **Páginas web**

Universia: <https://noticias.universia.net.co/practicas-empleo/noticia/2016/05/11/1139319/10-competencias-transversales-valoradas-empleadores.html>.

Espacio Europeo de Enseñanza Superior: <http://www.eees.es/es/ects>.

Introduction to Flow Cytometry: <https://www.youtube.com/watch?v=sfWWxFBtpQ>.

Flow Cytometry for DNA Analysis: [https://www.youtube.com/watch?v=3390Y\\_bnSas](https://www.youtube.com/watch?v=3390Y_bnSas).

Socrative: <https://www.socrative.com/>).

## Capítulo 14

# Análisis de los resultados académicos y de la satisfacción del alumnado tras la implementación de metodologías activas y casos problematizados en la asignatura *Farmacología Médica Aplicada* del Grado de Medicina de la UPV/EHU durante ocho cursos (2009-17)

Aitziber Mendiguren\*, Joseba Pineda

Departamento de Farmacología, Facultad de Medicina y Enfermería.  
Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Leioa, Spain

**Resumen:** En 2009-10 implantamos un programa de aprendizaje basado en casos problematizados en la asignatura *Farmacología Médica Aplicada* de quinto curso de Medicina en la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) con el fin mejorar la adquisición de la competencia profesional: «Realizar una prescripción racional de medicamentos siguiendo criterios científicos y éticos». Los objetivos del presente trabajo fueron analizar los resultados académicos y la satisfacción del alumnado tras implantar un programa de metodologías activas durante ocho cursos en las Unidades Docentes hospitalarias de Basurto y Donostia de la UPV/EHU. Durante los cursos 2009-17 se obtuvieron los indicadores de rendimiento académico, opinión sobre la asignatura y percepción sobre las metodologías activas del alumnado, y se analizaron los resultados comparativamente con los cursos previos (2005-09). Los resultados muestran que en 2009-17 aumentó el porcentaje del alumnado que se presentó a la evaluación final, aunque la calificación media del alumnado presentado descendió ligeramente respecto a los cursos previos, con un aumento en el número de «aprobados». La opinión del alumnado sobre la asignatura mejoró glo-

---

\* Dirección de correspondencia a: Aitziber Mendiguren. Departamento de Farmacología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), Barrio Sarriena, s/n, 48940 Leioa, Spain. Tel.: +34-94-6013523. Email: aitziber.mendiguren@ehu.eus. <http://orcid.org/0000-0002-1990-0493>.

balmente y también específicamente en las dimensiones de «metodología», «desarrollo de la asignatura» y «sistema de evaluación». El alumnado percibió favorablemente el diseño de las actividades con metodologías activas y su capacidad para desarrollar competencias transversales y específicas. Podemos concluir que las metodologías activas permitieron trabajar y evaluar las competencias transversales y específicas de la asignatura *Farmacología Médica Aplicada*, lo que el alumnado fue capaz de percibir conscientemente, con una mejora en su opinión sobre las distintas dimensiones de la asignatura. El rendimiento académico no sufrió cambios destacables.

**Palabras clave:** Aprendizaje Basado en Problemas; Farmacología Médica Aplicada; competencias transversales; competencias específicas; satisfacción; rendimiento.

**Abstract:** In 2009-10, a problem-based learning program was implemented in the subject of *Applied Medical Pharmacology* in the fifth year of the Medicine degree at the University of the Basque Country (UPV/EHU) with the aim of improving the acquisition of the professional competence: «Rational prescription of drugs based on scientific and ethical criteria». The aim of the present work was to analyze the academic performance and satisfaction of students in the Hospital Units of Basurto and Donostia of the UPV/EHU after implementing active methodology-based seminary programs for eight years. To that end, during the academic years 2009-17, the indicators of «academic performance», «opinion on the subject» and «perception toward active methodologies» were obtained, and the results were comparatively analyzed with those of previous academic years (2005-09). The data show that in the period of 2009-17, the percentage of students who took the final exam increased, although the average mark of the students was slightly lower than in the previous academic years, with an increase in the number of students who passed. The global opinion of the students about the subject improved and was specifically better in the dimensions of «methodology», «subject development» and «evaluation system». The students positively perceived the design of the activities with active methodologies and their capacity to develop transversal and specific competences. We can conclude that active methodologies allow working and evaluating transversal and specific competences of the subject *Applied Medical Pharmacology*, which was consciously perceived by the students, with an improvement of their opinion on different dimensions of the subject. There were no significant changes in their academic performance.

**Keywords:** Problem-Based Learning; Applied Medical Pharmacology; transversal competences; specific competences; satisfaction; performance.

**Laburpena:** Aurrekariak: 2009-10 ikasturtean, problematizatutako arazoetan oinarritutako ikaskuntza programa implementatu zen Euskal Herriko Unibertsitateko (UPV/EHU) Medikuntzako Graduoko bosgarren mailako *Farmakologia Mediko Aplikatua* irakasgaiari, honako gaitasun profesionalaren erdiestearen hobetzeko: «Medikamentuen preskripzio arrazionala egitea irizpide zientifiko eta etikoetan oinarrituz». Helburuak: Basurtuko eta Donostiako ospitaleetako UPV/EHUko irakasguneetan metodologia aktiboetan oinarritutako mintegien programa ezarrita ikasleek emaitza akademikoak eta haien gogobetetzea aztertzea zortzi urtean zehar. Metodoak: 2009-2017 bitarteko kurtsoetan zehar «errendimendu akademikoak», «irakasgaiari buruzko ikasleek iritziak» eta «metodologia aktiboak

buruzko ikasleen pertzepzioa» adierazleak lortu eta emaitzak konparatiboki analizatu ziren aurreko kurtsoekin (2005-2009 bitartekoak). Emaitzak: 2009-2017 bitartean, azken probara aurkeztu ziren ikasleen portzentajea handitu egin zen; aurkeztutako ikasleen batez besteko kalifikazioa arinki jaitsi zen, aurreko kurtsoekin konparatuta, baina gaitutuz zuten ikasleen kopurua handiagotu. Ikasleek irakasgaiari buruz zeukaten iritzia orokorra hobea izan zen eta bereziki aldekoa izan zen «metodologia», «irakasgaiaren garapena» eta «ebaluazio sistemaren» dimentsioetan. Ikasleek onuragarritzat hauteman zuten metodologia aktiboen bidezko aktibitateen diseinua zein zeharkako gaitasunak eta gaitasun espezifikoak garatzeko zuten ahalmena. Ondorioak: Metodologia aktiboek *Farmakologia Mediko Aplikatua* irakasgaiaren zeharkako gaitasunak zein gaitasun espezifikoak lantzea eta ebaluatzea ahalbidetu zuten, eta hori ikasleek kontzienteki hauteman zuten, eta irakasgaiaren dimentsio desberdinei buruzko haien iritzia hobetu zen. Errendimendu akademikoak ez zuen aldaketa nabarmenik jasan.

**Hitz-gakoak:** Arazoetan Oinarritutako Ikaskuntza; Farmakologia Mediko Aplikatua; zeharkako gaitasunak; gaitasun espezifikoak; gogobetetzea; errendimendua.

## Introducción

Las metodologías activas tratan de impulsar un modelo de enseñanza centrada en las/los estudiantes y consideran el aprendizaje como un proceso constructivo. Estas metodologías permiten el aprendizaje autodirigido, el trabajo colaborativo y el desarrollo de habilidades metacognitivas que promueven un aprendizaje profundo. El *aprendizaje basado en problemas* (ABP) es una metodología activa que fue introducida en los estudios de Medicina de la Universidad de McMaster al final de la década de 1960. Se basa en la discusión y aprendizaje de la competencia a partir de la presentación de un caso problematizado, lo que propicia la investigación, reflexión y el pensamiento crítico en el alumnado (Rodríguez Suárez, 2003). Esta metodología, además, impulsa un paradigma de medicina basada en la mejor evidencia, ya que implica plantearse preguntas relacionadas con el problema del o de la paciente, acceder a las evidencias científicas correspondientes y sintetizarlas de tal manera que se conviertan en conocimiento útil para responder a las preguntas planteadas. Así, la toma de decisiones basadas en evidencias se sustenta en la evaluación crítica y aplicación correcta de pruebas científicas actuales y pertinentes a las decisiones que se hacen en la práctica profesional. En el ABP el alumnado trabaja en pequeños grupos favoreciendo que puedan gestionar los posibles conflictos que surjan y la responsabilidad para alcanzar los objetivos previstos.

En 2009-10 se diseñó un programa formativo orientado al uso de metodologías activas tipo ABP en la asignatura *Farmacología Médica Aplicada* de las Unidades Docentes (UD) de Basurto y Donostia de quinto curso de la titulación de Medicina de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) (Pineda y Mendiguren, 2011; 2012). El objetivo principal del programa fue que el alumnado aprendiera a prescribir medicamentos de forma racional siguiendo criterios científicos y éticos. Este aprendizaje representa una competencia profesional primordial en el ejercicio diario del personal médico, que se puede abordar con entrenamiento específico y ciertas orientaciones del docente. De hecho, la adquisición de esta competencia se incluye específicamente en el Grado de Medicina (*Memoria Plan de Estudios del Grado de Medicina*, 2010). El modelo se basa en la idea de que, en el entorno profesional, las/los pacientes que llegan a la consulta con problemas reales de salud demandarán del futuro médico/a la toma de decisiones terapéuticas sistemáticas y racionales, y esta competencia solo se podrá aprender si se plantea desde una perspectiva aplicada y problematizada, con el desarrollo de razonamiento o juicio clínico que emule la práctica médica. Por lo tanto, a través de las sesiones ABP tratamos de mejorar el desarrollo de competencias y habilidades profesionales, lograr una mejor integración de la teoría con la práctica e implicar al/ a la estudiante en su propio aprendizaje. Los/as estudiantes deberán ser capaces de generar y responder sistemáticamente a las preguntas adecuadas respecto al problema del o de la paciente, aplicar los conocimientos científicos a la resolución del problema y desarrollar ciertas destrezas clínicas. Por ello, el alumnado asumirá de forma consciente y activa este aprendizaje mediante el desarrollo de las actividades ABP y el profesorado actuará como tutor/ra que canaliza este proceso, establece los objetivos generales del aprendizaje y marca los indicadores particulares de cada actividad.

Los objetivos del presente trabajo fueron analizar los resultados académicos y la opinión y percepción del alumnado durante los cursos 2009-17 tras la implantación de un programa de seminarios basados en metodologías activas en la asignatura *Farmacología Médica Aplicada* que se imparte en quinto curso de la titulación de Medicina en las unidades docentes hospitalarias de Basurto y Donostia de la UPV/EHU.

## Métodos

La implementación de las metodologías activas de tipo ABP a partir del curso 2009-10 se realizó dentro de los créditos asignados a las actividades prácticas de la asignatura que se imparte en las unidades docentes hospitalarias de Basurto y Donostia. En concreto, estas metodologías ABP se realizaron dentro de la modalidad docente de «seminarios» y correspondieron al 30-35% del total de créditos de la asignatura.

Las sesiones comenzaron con la presentación de un escenario clínico estandarizado que contextualizaba la situación problemática y se presentaba como un caso farmacoterapéutico, a partir del cual los/as estudiantes se formulaban dos preguntas estructurantes y desarrollaban el ciclo de exploración de ABP de forma colaborativa (4-5 alumnos/as) (Woods, 1994; Barrows, 2000; Branda, 2001; Branda, 2009). Desde el escenario propuesto, la estrategia era avanzar en el ciclo de exploración respondiendo a las siguientes dos preguntas estructurantes: (1) ¿es necesario un tratamiento farmacológico? (2) (en caso de seleccionar un medicamento), ¿qué fármaco o fármacos le prescribimos? A partir de estas dos preguntas estructurantes el alumnado planteaba subpreguntas que iba contestando en grupo y que le servían finalmente para volver a las preguntas estructurantes y al escenario clínico que se planteaba inicialmente.

La experiencia ABP en la asignatura se realizó a lo largo de ocho cursos consecutivos. Así, durante los cursos 2009-17 se analizaron los siguientes indicadores, los cuales se compararon con una muestra control que se había recogido previamente a la intervención, durante los cuatro cursos 2005-09:

- (i) Rendimiento académico del alumnado: calificaciones numéricas del alumnado y número de estudiantes en las categorías de «No presentado», «Aprobado», «Notable», «Sobresaliente» y «Matrícula de honor».
- (ii) Grado de satisfacción del alumnado por la asignatura, mediante la encuesta del servicio de evaluación docente (SED) de la UPV/EHU. La encuesta del SED englobó 25 *ítems* que evalúan las siguientes dimensiones: planificación de la docencia (2 *ítems*), metodología docente de la asignatura (3 *ítems*), desarrollo de la docencia (9 *ítems*), evaluación del aprendizaje (4 *ítems*) y satisfacción general (1 *ítem*).
  - a) En la dimensión de *planificación* de la docencia se formularon las siguientes preguntas: (1) La programación está enfocada hacia el desarrollo de competencias para nuestra futura profesión. Y (2) el programa de la asignatura contiene la información necesaria para el seguimiento de la misma (objetivos, competencias, recursos, modalidades de enseñanza-aprendizaje, temporalización, criterios de evaluación y bibliografía).
  - b) La dimensión de *metodología* englobaba las siguientes tres cuestiones: (1) Las modalidades de enseñanza-aprendizaje se ajustan a las características del grupo, naturaleza de la asignatura y nuestras necesidades de aprendizaje. (2) Los recursos utilizados por el profesor/a ayudan a nuestro proceso de aprendizaje. Y (3) las actividades prácticas propuestas por este profesor/a facilitan el aprendizaje de los contenidos teóricos y viceversa.

- c) La dimensión de *desarrollo de la docencia de la asignatura* incluía las siguientes nueve preguntas: (1) Ha desarrollado la asignatura ajustándose a lo establecido al inicio del curso. (2) Desarrolla su docencia de manera clara y ordenada. (3) Favorece el trabajo en equipo. (4) Establece conexiones entre esta asignatura y otras afines de la titulación. (5) Orienta el trabajo personal del alumnado tanto en el aula como fuera de ella (tutorías, email). (6) Motiva al alumnado para que se interese por su proceso de aprendizaje. (7) Propone actividades para favorecer el aprendizaje autónomo. (8) Favorece la actitud reflexiva. Y (9) estimula la participación.
- d) Por último, el apartado de *evaluación del aprendizaje* contenía las siguientes cuatro preguntas: (1) Los criterios y procedimientos de evaluación se adecúan al planteamiento metodológico de la asignatura. (2) Tiene en cuenta la opinión del alumnado a la hora de establecer los procedimientos para evaluar los aprendizajes. (3) El sistema de evaluación me permite conocer si voy alcanzando progresivamente las competencias. Y (4) la evaluación se ha ajustado a lo trabajado durante el curso.
- (iii) Percepción del alumnado sobre las actividades y metodologías activas, mediante una encuesta elaborada por el SAE *ad hoc* y que constó de 33 ítems para evaluar el aprendizaje significativo (13 ítems), el aprendizaje autónomo (5 ítems), el trabajo colaborativo (5 ítems) y el diseño (10 ítems).
- a) En la dimensión de *aprendizaje significativo* se formularon las siguientes preguntas: (1) Las modalidades docentes utilizadas en estos seminarios han sido adecuadas para lograr las competencias y los objetivos propuestos. (2) He trabajado los objetivos y las competencias propuestas al principio («realizar una prescripción racional de medicamentos»). (3) En estos seminarios he aprendido aspectos básicos para trabajar como médico/a. (4) En estos seminarios he tenido la oportunidad de trabajar las competencias para la profesión de médico. (5) En estos seminarios he aprendido a tomar decisiones en situaciones similares a las de la profesión. (6) En las tareas grupales realizadas en los seminarios he perdido el tiempo. (7) Expresar mis opiniones y desarrollar mis explicaciones delante de las/los compañeros del grupo me ha inducido a aprender reflexionando y argumentando evitando el aprendizaje memorístico. (8) En los seminarios he desarrollado la comunicación sobre los medicamentos. (9) La resolución de los casos clínicos me ha permitido trabajar la teoría y la práctica a la vez. (10) Las tareas realizadas en los seminarios han conseguido la integración de los conocimientos teóricos. (11) Estas actividades me han ayudado a relacionar la teoría con la práctica y a aprender conocimientos. (12) Con estos seminarios he mejorado la competencia de escribir de forma adecuada la terminología sobre Farmacología. Y (13) se aprende mejor con las clases magistrales que con los seminarios.
- b) La dimensión de *aprendizaje autónomo* englobaba las siguientes cinco cuestiones: (1) En los seminarios he mejorado la competencia de utilización de la información farmacológica. (2) Los seminarios me han inducido a organizar bien el aprendizaje. (3) He aprendido a buscar soluciones de forma autónoma para hacer frente a las cuestiones planteadas en los seminarios. (4) Estas tareas me han preparado de forma autónoma para ser médico/a en el futuro. Y (5) estas

actividades me han encendido de alguna manera la motivación y el interés para realizar prácticas de farmacología.

- c) La dimensión de *trabajo colaborativo* incluía las siguientes cinco preguntas: (1) Al principio, las personas que constituyen el grupo hemos verificado haber entendido los objetivos a trabajar. (2) Las tareas y las funciones las hemos distribuido de forma responsable. (3) Todas las personas del grupo hemos tenido la misma oportunidad para defender y explicar nuestra opinión personal. (4) Cuando no hemos estado de acuerdo hemos intentado consensuar las ideas en el grupo. Y (5) en estos seminarios se nos ha dado la oportunidad de mejorar la competencia de trabajar en grupo.
- d) Por último, el apartado de *diseño* englobaba las siguientes preguntas: (1) El número de seminarios para resolver los casos ha sido adecuado. (2) Los casos clínicos planteados han sido adecuados para el desarrollo de las competencias. (3) El tiempo designado por la profesora o el profesor para realizar los seminarios ha sido adecuado. (4) El tiempo de entrega de las tareas propuestas por la profesora o el profesor ha sido adecuado. (5) Las instrucciones dadas por la profesora o el profesor en los seminarios se han ajustado a las necesidades de las/los estudiantes. (6) La puntuación que se le otorga a estas prácticas ha sido adecuada. (7) El sistema de evaluación para estos seminarios es adecuado para la metodología. (8) El diseño y el desarrollo de los seminarios está en consonancia con las competencias fijadas inicialmente. (9) Teniendo en cuenta todos los aspectos anteriores de la metodología la valoración es buena. Y (10) la metodología de estos casos clínicos ayuda más que la docencia clásica para lograr los objetivos de la farmacología.

Se utilizó la escala de Likert en ambas encuestas siendo el valor de 1 «totalmente en desacuerdo» y 5 «totalmente de acuerdo». El análisis estadístico se realizó mediante el test t de Student para comparativa de variables paramétricas y el test exacto de Fischer para comparativa de valores binarios (sí/no o cumple/no cumple).

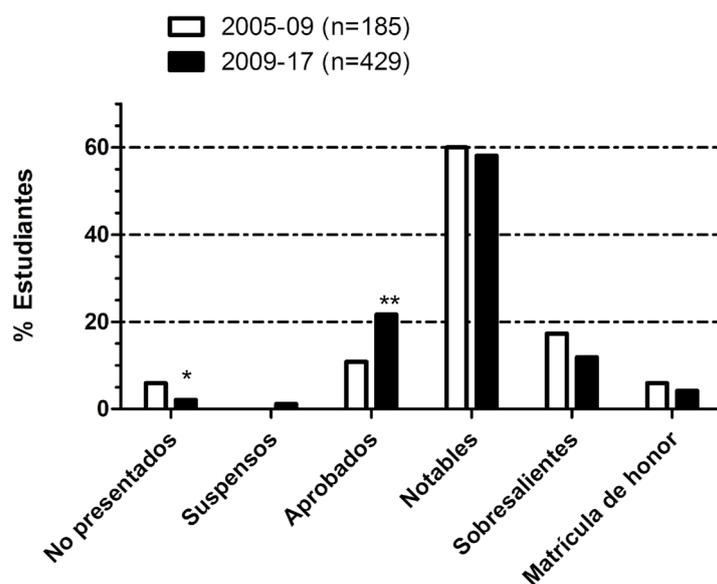
## Resultados

### **Impacto de la implantación del programa basado en metodologías activas tipo ABP sobre los resultados académicos de los estudiantes de *Farmacología Médica Aplicada***

En el periodo objeto de la experiencia (2009-17), la calificación media del alumnado en la asignatura fue algo menor que en los cursos previos (2005-09). Así, la nota media del alumnado en la cohorte 2009-17 fue de  $7,66 \pm 0,06$  puntos ( $n = 420$  estudiantes, 8 cursos), mientras que en los cursos 2005-09 fue de  $7,95 \pm 0,08$  puntos ( $n = 174$ , 4 cursos;  $p < 0,05$ ). Sin embargo, no hubo cambios significativos en el porcentaje de estudiantes suspendidos en 2009-17 con respecto al 2005-09, a pesar de que en 2009-17 hubo un mayor porcentaje de alumnos/as que se presentaron al examen final (98% vs 94%, respectivamente,  $p < 0,05$ ). Además, en 2009-17 se produjo un aumento del porcentaje de estudiantes con una nota de «aprobado» en la asignatura respecto a 2005-09 (22% vs 11%, respectivamente,  $p < 0,005$ ) y paralelamente hubo un ligero descenso, aunque no fue significativo, de estudiantes que obtuvieron «notable» como nota final (58% vs 60%) (Fig. 1). Por último, en

2009-17 se observó una reducción pequeña (no significativa) del porcentaje de estudiantes que obtuvieron sobresaliente (12% *vs* 17%, respectivamente) y matrícula de honor (4% *vs* 6%) con respecto al 2005-09.

Globalmente, podemos concluir que la implantación de metodologías activas permitió la evaluación de todas las competencias transversales y específicas de la asignatura, lo que se asoció a un incremento del porcentaje de estudiantes que se sometieron a la evaluación final. Este aumento de la tasa de evaluación condujo a un incremento en el número de «Aprobados» lo que, a su vez, conllevó un ligero descenso en la nota media de los y las estudiantes.



**Figura 1**

Porcentaje de estudiantes no presentados durante los años 2005-09 y 2010-17 o con nota final de suspenso, aprobado, notable, sobresaliente y matrícula de honor.

\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,005$  respecto al porcentaje de estudiantes no presentados o aprobados durante 2005-09 mediante el test exacto de Fischer respectivamente

### **Opinión y grado de satisfacción del alumnado sobre la asignatura *Farmacología Médica Aplicada* tras la implantación de un programa basado en metodologías activas tipo ABP**

La opinión global del alumnado recogida a través de la encuesta del SED sobre la asignatura *Farmacología Médica Aplicada* fue significativamente superior en la muestra del 2009-17 que en las cohortes previas de 2005-09 (4,4 *vs* 3,8 sobre 5, respectivamente,  $p < 0,005$ ). En concreto, el grado de satisfacción fue más favorable en las dimensiones de «metodología usada» (4,3 *vs* 3,6;  $p < 0,05$ ), «desarrollo de la docencia» (4,3 *vs* 3,9;  $p < 0,05$ ) y «evaluación del aprendizaje» (4,3 *vs* 3,4;  $p < 0,005$ ). No hubo cambios significativos en la dimensión de «planificación» (Fig. 2). Esto sugiere que el alumnado admite de forma explícita una mejora en la docencia y evaluación, y valora globalmente como más satisfactoria la asignatura al incorporar las metodologías activas.

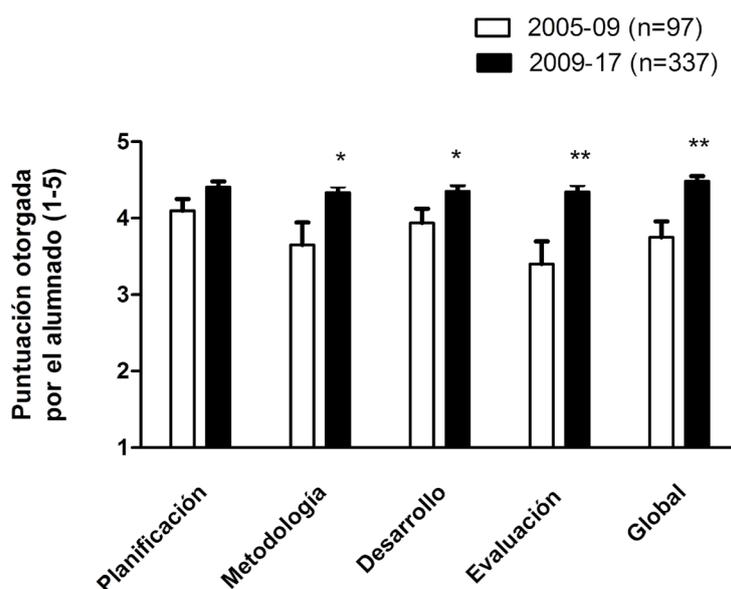


Figura 2

Puntuación otorgada por el alumnado sobre las dimensiones de planificación, metodología, desarrollo, evaluación y satisfacción global por la asignatura *Farmacología Médica Aplicada* durante los años 2005-09 y 2009-17.

\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,005$  mediante el test t de Student no pareado

### Percepción del alumnado sobre la experiencia ABP desarrollada en la asignatura de *Farmacología Médica Aplicada*

En relación a la valoración de las metodologías activas mediante la encuesta del SAE, el alumnado objeto de la experiencia (cohortes 2009-17,  $n = 373$ ) percibió como positivo tanto el diseño de las actividades ( $3,7 \pm 0,1$  sobre 5), como su capacidad para desarrollar competencias transversales ( $3,8 \pm 0,1$  sobre 5) y específicas ( $3,8 \pm 0,05$  sobre 5). De los 33 ítems formulados en la encuesta del SAE dentro de las diferentes dimensiones detectamos hasta 8 *ítems* en los que el porcentaje de estudiantes que otorgaron una puntuación *elevada* (igual o superior a cuatro) fue significativamente superior a las/los estudiantes que otorgaron una puntuación *baja* (menor de tres), que fueron los siguientes:

—Dimensión de *aprendizaje significativo*:

- Ítem 2: He trabajado los objetivos y las competencias propuestas al principio («realizar una prescripción racional de medicamentos»).
- Ítem 9: La resolución de los casos clínicos me ha permitido trabajar la teoría y la práctica a la vez.

—Dimensión de *trabajo colaborativo*:

- Ítem 20: Las tareas y las funciones las hemos distribuido de forma responsable entre las personas del grupo.

- Ítem 21: Todas las personas del grupo hemos tenido la misma oportunidad para defender y explicar nuestra opinión personal.
- Ítem 22: Cuando no hemos estado de acuerdo en el grupo hemos intentado consensuar las ideas.
- Ítem 23: En estos seminarios se nos ha dado la oportunidad de mejorar la competencia de trabajar en grupo.

—Dimensión de *diseño*:

- Ítem 25: Los casos clínicos planteados han sido adecuados para el desarrollo de las competencias.
- Ítem 31: El diseño y el desarrollo de los seminarios están en consonancia con las competencias fijadas inicialmente.

Sin embargo, en los siguientes 2 ítems formulados en la encuesta del SAE el porcentaje de estudiantes que otorgaron una puntuación elevada (igual o superior a cuatro) fue significativamente inferior a los estudiantes que otorgaron una puntuación baja (menor de tres),

- Ítem 6: En las tareas grupales realizadas en los seminarios he perdido el tiempo.
- Ítem 13: Se aprende mejor con las clases magistrales que con los seminarios.

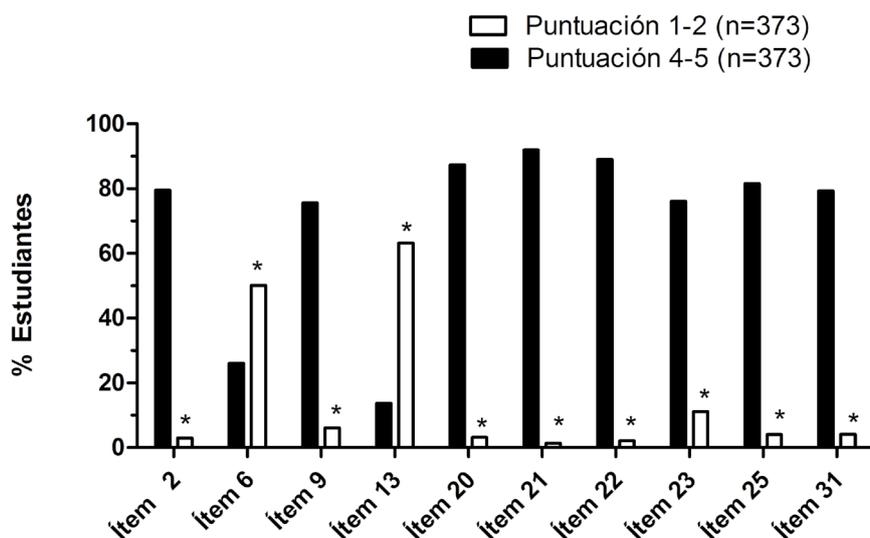


Figura 3

Porcentaje de estudiantes que otorgaron puntuaciones elevadas (4-5) y bajas (<3) a 10 ítems de los 33 que se formularon en la encuesta del SAE para valorar la experiencia ABP durante los cursos 2009-17.

Nótese que el porcentaje de estudiantes que otorgó puntuaciones elevadas fue significativamente mayor que el de alumnos/as que dieron puntuaciones bajas para los ítems 2, 9, 20, 21, 22, 23, 25 y 31. En el caso de los ítems 6 y 13 el porcentaje de estudiantes que otorgó puntuaciones bajas fue significativamente mayor que el porcentaje que otorgó puntuaciones elevadas. \* $p < 0,005$  mediante el test exacto de Fischer

Cogiendo los datos en su conjunto, respecto al *aprendizaje significativo*, podemos destacar que el 79% de las/los estudiantes opinó que se aprendía mejor (puntuación 4-5) la competencia específica de «prescripción racional de medicamentos» (ítem 2), mientras que solo el 26% de estudiantes pensó que había perdido el tiempo con esta experiencia (ítem 6) (Fig. 3). Alrededor del 70% de la/los estudiantes pensó que la experiencia permitía mejorar «la integración de la teoría con la práctica» (ítem 9) (Fig. 3). Solo el 14% del estudiantado consideró que se aprendía más con la docencia clásica (ítem 13).

En relación a la dimensión de *trabajo colaborativo*, el 76% de los estudiantes prefirió las metodológicas activas para adquirir la competencia transversal de «trabajar en equipo» (ítem 23) (Fig. 3). El 88% pensó que el reparto de tareas dentro del grupo se realizó de forma responsable (ítem 20), el 92% percibió que la oportunidad para explicar las opiniones dentro del grupo fue igualitaria (ítem 21) y el 89% creyó que se pudieron consensuar las ideas dentro del grupo cuando los miembros integrantes estaban en desacuerdo (ítem 22).

Por último, respecto a la dimensión de *diseño*, el 82% de las/los estudiantes consideró que los casos clínicos planteados eran idóneos (ítem 25) y el 79% pensó que los seminarios estaban alineados con las competencias establecidas (ítem 31) (Fig. 3).

## Discusión y conclusiones

Durante los años 2009-17 se implementó un programa basado en la metodología ABP en la asignatura *Farmacología Médica Aplicada*, que permitió trabajar y evaluar explícitamente las competencias específicas y transversales de la misma. Los resultados demuestran que los/as estudiantes fueron activamente conscientes del desarrollo de las competencias transversales (trabajo en grupo) y específicas (integración de la teoría con la práctica, realizar una prescripción racional de medicamentos) de la asignatura y lo hicieron con una ligera disminución en su rendimiento académico global, aunque con un mayor porcentaje de alumnos/as que se presentaron a la prueba final y sin cambios en el número de alumnos/as que suspendieron. Además, hubo una clara mejora de opinión sobre las dimensiones de metodología, desarrollo y evaluación de la asignatura.

Otros autores han demostrado previamente que la utilización de metodologías activas no influye negativamente en el número de alumnos/as que suspenden la asignatura. Es más, según algunos estudios publicados, los/as estudiantes sometidos a metodologías activas tienen menor probabilidad de suspender que los que utilizan metodologías tradicionales (Ruiz-Primo y cols., 2011; Freeman y cols., 2014). En conjunto el patrón que se observa en nuestro estudio es que no hay cambios significativos en el número de matrículas de honor, sobresalientes y notables, pero hay un aumento de aprobados con un aumento del número de alumnos/as presentados a la prueba final. Por lo tanto, la metodología anima a que se presenten más alumnos/as, aunque se desplace ligeramente (< 0,5 puntos) la distribución de notas hacia la izquierda. Este desplazamiento puede ser debido a que el sistema de evaluación continuada facilita el seguimiento y superación de la asignatura, pero a su vez la incorporación de numerosas pruebas de evaluación dificulta la posibilidad de superar la asignatura con notas elevadas. En este sentido, algunos estudios han demostrado que el rendimiento académico global de las/los estudiantes que utilizan metodologías activas no cambia en comparación con aquellos que utilizan metodologías tradicionales (Ruiz-Primo y

cols., 2011; Freeman y cols., 2014). Otras investigaciones de tipo metaanálisis en diferentes Grados de ciencias de la salud indican que las/los estudiantes que utilizan metodologías activas basadas en ABP en el Grado de Medicina logran una mejora del rendimiento en comparación con aquellos que utilizan metodologías más tradicionales (Huang y cols., 2013; Shin y Khin, 2013; Faisal y cols., 2016).

En cualquier caso, lo más destacable de nuestro trabajo es que se demuestra durante ocho cursos la posibilidad de trabajar y evaluar competencias específicas y transversales de Medicina que el sistema convencional no permite. Además, el alumnado es perfectamente consciente de la adquisición de estas competencias, como lo muestran distintos ítems del cuestionario del SAE. Y el uso de estas metodologías activas incentiva al alumnado, lo que se comprueba en la importante mejora de varios aspectos de la asignatura (encuesta del SED). Este tema es relevante dada la importancia que tiene la motivación como motor del aprendizaje. Estudios realizados en otros Grados de Ciencias de la Salud de otras universidades, incluido el Grado de Medicina, están en consonancia con nuestros datos en cuanto a la percepción positiva de los estudiantes hacia el ABP (Habib y cols., 2006; Shin y Khin, 2013; Huang y cols., 2013; Faisal y cols., 2016). En concreto, los/as alumnos/as se muestran muy satisfechos con el aprendizaje cooperativo y están convencidos de que el ABP les ayuda a mejorar las competencias transversales de comunicación e interacción, así como la capacidad de resolver problemas (Habib y cols., 2006).

En un futuro será interesante evaluar las propias competencias para comprobar si la utilización de estas metodologías activas basadas en ABP en la asignatura Farmacología Médica Aplicada de quinto curso de Medicina de las unidades de Donostia y Basurto de la UPV/EHU es capaz de mejorar la adquisición real de las competencias específicas de los estudiantes.

## Bibliografía

- Barrows H., 2000. Problem-Based Learning Applied to Medical Education, Springfield, IL: SIU: School of Medicine.
- Branda L.A., 2001. Innovaciones Educativas en Enfermería. El aprendizaje basado en problemas, centrado en el estudiante y en grupos pequeños. *Rev. Rol. Enf.* 24 (4): 309-12.
- Branda L.A., 2009. El aprendizaje basado en problemas. De herejía artificial a res popularis. *Educ. méd.* 12 (1): 11-2.
- Faisal R., Khalil-ur-Rehman, Bahadur S., Shinwari L., 2016. Problem-based learning in comparison with lecture-based learning among medical students. *J. Pak. Med. Assoc.* 66(6):650-3.
- Freeman S., Eddy S.L., McDonough M., Smith M.K., Okoroafor N., Jordt H., Wenderoth M.P., 2014. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc. Nat.l Acad. Sci. U S A.* 10;111(23):8410-5.
- Habib F., Baig L., Mansuri F.A., 2006. Opinion of medical students regarding problem based learning. *J. Pak. Med. Assoc.* 56(10):430-2.
- Huang B., Zheng L., Li C., Li L., Yu H., 2013. Effectiveness of problem-based learning in Chinese dental education: a meta-analysis. *J. Dent. Educ.* 77(3):377-83.
- Memoria justificativa del Plan de Estudios del Grado de Medicina. *Universidad del País Vasco.* 27 de abril de 2010.

- Pineda J, Mendiguren A., 2011. Diseño e implementación de metodologías activas en una asignatura del área de Farmacología en la Licenciatura de Medicina. *Educ. Médica* 14 (2): 93.
- Pineda J, Mendiguren A., 2012. Seguimiento y evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje en un programa formativo basado en metodologías activas de la asignatura Farmacología clínica de quinto curso de medicina. *Educ. Médica* 15 (4): 203.
- Rodríguez Suárez J., 2003. Educación Médica: Aprendizaje basado en problemas. *Editorial Médica Panamericana*, México.
- Ruiz-Primo M.A., Briggs D., Iverson H., Talbot R., Shepard L.A., 2011. Impact of undergraduate science course innovations on learning. *Science*. 331(6022):1269-70.
- Shin I.S, Kim J.H., 2013. The effect of problem-based learning in nursing education: a meta-analysis. *Adv. Health. Sci. Educ. Theory Pract.* 18(5):1103-20.
- Woods D.R., 1994. Problem-based learning: How to Gain the Most from PBL. *McMaster University*, Hamilton, Ontario, Canada.

## Capítulo 15

# La docencia práctica de cultivos celulares en los Grados de Bioquímica y Biotecnología de la Universitat de Barcelona

Manuel Reina del Pozo<sup>1,\*</sup>, Ofelia Martínez-Estrada<sup>1</sup>, Francesc X. Soriano-Zaragoza<sup>1</sup>,  
Claudia Alejandra-Müller<sup>1</sup>, Sergi Casellas-Díaz<sup>1</sup>, Alejo Torres-Cano<sup>1</sup>,  
Ana García-Melero<sup>1</sup>, Marina Ramiro-Pareta<sup>1</sup>, Marc Segarra-Mondéjar<sup>1</sup>,  
Begoña Campos Bonilla<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sección de Biología Celular, Departamento Biología Celular, Fisiología e Inmunología,  
Facultad de Biología, Universitat de Barcelona, Barcelona, España

<sup>2</sup> Departamento de Fundamentos Clínicos, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud,  
Universitat de Barcelona, Barcelona, España

**Resumen:** Las técnicas de cultivo celular son de gran importancia tanto en la investigación científica (bioquímica, biotecnológica, biomédica...) como en numerosas aplicaciones industriales entre las que destacaríamos la producción de biofármacos y la medicina regenerativa. En los Grados de Bioquímica y de Biotecnología impartidos en la Facultad de Biología de la Universitat de Barcelona esta competencia se trabaja especialmente en una asignatura, ‘Cultivos Celulares e Ingeniería Tisular’, en el sexto semestre. El reto de esta docencia es la incorporación de prácticas adecuadas para que el alumnado, al final de las mismas, conozca los procedimientos básicos y alguna de sus aplicaciones. Se han diseñado, implementado e impartido prácticas de cultivo celular animal durante 8 cursos a un total de 1047 estudiantes con una gran aceptación. Las sesiones prácticas en el laboratorio son precedidas por una explicación de las mismas en el aula y la elaboración de esquemas de los procedimientos. En el laboratorio, bien equipado para el cultivo celular, las/los estudiantes trabajan en grupos de 20 con dos docentes, formando equipos de 4 a 5 que son independientes, durante 5-6 horas de lunes a viernes, realizando un total de

---

\* Dirección de correspondencia a: Manuel Reina del Pozo, Sección de Biología Celular, Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología, Facultad de Biología, Universitat de Barcelona, Avda Diagonal 645, 08028 Barcelona, España. Tel.: +34-93-4021630. Fax: +34-93-4039607. Email: mreina@ub.edu - (<http://orcid.org/0000-0002-0701-200X>).

4 experimentos. La evaluación de esta actividad se basa en la evaluación del desempeño del alumnado en el laboratorio, así como la valoración de un informe de las prácticas, que se le devuelve corregido y comentado. El alumnado valora estas prácticas de manera muy positiva. El principal indicador de su valor es el hecho de que en más del 60% de los trabajos finales de Grado realizados utilizan técnicas de cultivo celular. Por ello manifiestan su satisfacción al sentirse familiarizados con técnicas y equipos de cultivo celular al iniciar su trabajo de investigación.

**Palabras clave:** Cultivo de células animales; prácticas de laboratorio; evaluación de prácticas.

**Abstract:** Cell culture techniques are of great value both in scientific research (biochemistry, biotechnology, biomedicine...) and in multiple industrial applications, among which the production of biopharmaceuticals and regenerative medicine should be highlighted. In the degrees of Biochemistry and Biotechnology taught in the Faculty of Biology of the University of Barcelona, this ability is worked mainly in the Cell Culture and Tissue Engineering subject, in the sixth semester. The challenge of this teaching is the incorporation of appropriate practical lectures so that the student, at the end of these, knows the basic procedures and some of their applications. Animal cell culture practical lectures were designed, implemented and taught for 8 academic years to a total of 1047 students with great performance. The practical sessions in the laboratory were preceded by an explanation of them in the classroom and the elaboration of procedures diagrams. In the laboratory, which was well-equipped for cell culture, the students worked in groups of 20 students with two lecturers, forming independent teams of 4-5 students, for 5-6 hours a day from Monday to Friday, conducting a total of 4 experiments. The assessment of this activity was based on the appraisal of the student performance in the laboratory as well as the evaluation of a report of the practical lectures, which was returned to the student with corrections and comments. The students' perceptions toward these practical lectures were very positive. The main indicator of their valuation was the fact that more than 60% of the end-of-degree projects applied cell culture techniques. Thus, they expressed their satisfaction for becoming familiarized with cell culture techniques and equipment, which will be very useful to them when they begin their research work.

**Keywords:** Animal cell culture; laboratory practices; practices evaluation.

## Introducción

*La metodología de Cultivo Celular Animal en los Grados de Bioquímica y Biotecnología de la Universitat de Barcelona*

Una búsqueda en las bases de datos bibliográficas con términos como ‘cell lines’, ‘cell culture’ o similares identifica de 1 a 5 millones de referencias bibliográficas. El uso de cultivos celulares animales tiene una gran aplicación en diversas áreas de conocimiento, por ejemplo en Biotecnología, Bioquímica y Biomedicina, y, cada vez más, en numerosos procesos industriales entre los que destacaría la producción de biofármacos (Aggarwal, 2014). En el ámbito de la Biomedicina y especialmente en la Medicina Regenerativa es esencial. El objetivo del presente trabajo es explicar cómo hemos integrado la formación en Cultivos Celulares Animales (CCA) de los y las nuevas profesionales en el ámbito de la Bioquímica y Biotecnología de la Universitat de Barcelona (UB). Esta formación se incorporó al plan de estudios de los Grados de Bioquímica (GBQ) y Biotecnología (GBT) de la UB en la reforma del Plan de Estudios de 2009, realizada con los requisitos del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

En el Plan de Estudios de 2009 de los GBQ-UB y GBT-UB, con las asignaturas en una organización semestral, se incorporó una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS en el sexto semestre titulada ‘Cultivo Celular e Ingeniería Tisular’ (CCIT) y cuya coordinación fue asignada a la Sección de Biología Celular (SBC) del Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología (DBCFI). A nivel de contenidos se definieron dos bloques: cultivo de células animales, con un porcentaje de contenidos del 75% y cultivo de células vegetales, con un 25% de los mismos.

En la estructura de los GBQ y GBT el alumnado encuentra conceptos de Cultivo Celular en asignaturas previas como por ejemplo en ‘Biología Celular’, asignatura de 6 créditos ECTS obligatoria del tercer semestre: en las sesiones de prácticas de laboratorio de ‘Biología Celular’ el alumnado emplea una línea celular secundaria en cultivo, fibroblastos NRK (ATCC CRL6509), sobre la que realiza un procedimiento de inmunocitoquímica para la detección de proteínas de citoesqueleto y de otros compartimentos, y se le introduce en los conceptos más básicos de la manipulación de cultivos celulares. Además, estos sistemas se emplean en otras asignaturas optativas como ‘Neurobiología’, ‘Biomateriales y Nanotecnología’...

En la estructuración de los Grados impartidos en la Facultad de Biología de la UB se optó por dar una gran importancia al Trabajo Final de Grado que en realidad se corresponde con tres asignaturas (‘Practicum I’, ‘Practicum II’ y ‘Trabajo Final de Grado’) de un total de 24 créditos, casi un 10% del total de los créditos del grado. Otro indicativo de la importancia que se le ha dado a la metodología del cultivo celular en GBQ y GBT es que más del 60% de los TFG presentados por el alumnado de los GBQ y GBT incluyen técnicas de cultivo celular entre las metodologías empleadas.

## Métodos

### La asignatura de ‘Cultivos Celulares e Ingeniería Tisular’

Situada en el Plan de Estudios de 2009 en el sexto semestre es una asignatura de 6 créditos ECTS que es impartida por profesorado de dos secciones departamentales de dos De-

partamentos diferentes de la Facultad de Biología de la UB (Sección de Biología Celular (DBCFI), responsable de la parte de cultivos celulares animales y Sección de Fisiología Vegetal (DBEECA), responsable de la parte de cultivos celulares vegetales). Es obligatoria en los GBQ y GBT y se oferta como optativa en los Grados de Biología y de Biomedicina, también impartidos en la Facultad de Biología de la UB. El número de estudiantes que la cursan anualmente está entre 150 y 170.

Esta asignatura se imparte usando dos tipos de actividades: docencia teórica en aula en dos grupos de entre 60 y 90 estudiantes, en tres sesiones de 50 minutos/semana (un total de 30 sesiones), y docencia en laboratorio de cultivo celular organizadas en dos bloques con un total de 37 h/estudiante. El primero, en el que se centrará este artículo, es el de cultivos celulares animales, que se imparte a lo largo de una semana en 5 sesiones de entre 5 y 6 horas diarias, en horario de tarde. El segundo, de cultivos celulares vegetales, se realiza en cuatro sesiones de 3 h a lo largo del semestre. Estas diferencias en la organización son consecuencia de las diferentes propiedades que tienen los cultivos animales y vegetales.

El equipo docente de la asignatura, formado por el profesorado que imparte las sesiones de teoría y las de prácticas se reúne al menos al principio y al final del periodo de impartición y es el responsable de la organización de la misma. A lo largo de los 8 cursos en los se ha impartido la asignatura el equipo docente ha propuesto e implementado numerosas innovaciones, algunas exitosas y otras que no lo han sido, lo que ha llevado a la configuración que actualmente tiene la asignatura.

**Tabla 1**

Temario de la asignatura «Cultivos Celulares e Ingeniería Tisular»

Presentación

Bloque 1. Cultivo de células animales

- Biología de la célula animal en cultivo
- El laboratorio de cultivo celular
- Bioseguridad en el laboratorio de cultivo
- Técnicas básicas de cultivo celular animal
- Técnicas de estudio de cultivos celulares
- Escalado industrial de cultivos celulares
- Células madre animales
- Ingeniería tisular

Bloque 2. Cultivo de células vegetales

- Técnicas de cultivo de células vegetales
- Micropropagación
- Cultivo de estructuras no organizadas y variabilidad *in vitro*
- Cultivo de estructuras relacionadas con la reproducción
- Otras aplicaciones del cultivo *in vitro*

## **Las prácticas de Cultivo Celular Animal en la asignatura de «Cultivos Celulares e Ingeniería Tisular»**

Las sesiones prácticas de cultivo celular animal se realizan en grupos de 20 estudiantes durante 5 días por la tarde, en sesiones de alrededor de 5-6 h/diarias, con un total 25 h/estudiante, aunque, frecuentemente, el alumnado hace alrededor de 30 h. En la sesión de laboratorio están presentes, en todo momento, dos docentes, y, para una actividad específica (que se detallará más adelante) un tercero. Entre los y las docentes de prácticas diferenciamos dos papeles. La persona que lidera o responsable de la práctica es la que realiza las explicaciones al grupo y coordina las actividades y es un profesor o profesora que tiene amplia experiencia tanto en el cultivo celular como en la docencia de esta asignatura. El profesor o profesora junior tiene experiencia en la metodología de cultivo celular pero no ha impartido aún suficientes grupos de esta asignatura. Es responsable de 10 estudiantes, y está supeditado a las instrucciones del o la líder. Para poder ser líder en un grupo se han tenido que impartir al menos 3 grupos como junior y ser considerado apto por el equipo docente. Esta organización busca asegurar una buena uniformidad de la docencia en el laboratorio, evitando, en lo posible, los sesgos debidos al profesor o profesora. En la actualidad podemos impartir toda la docencia práctica de esta asignatura con 3-4 docentes líder y el mismo número de juniors.

### **El laboratorio de prácticas de cultivo celular**

Las sesiones de prácticas de cultivo celular animal se realizan en dos laboratorios: uno específico de docencia, denominado laboratorio P6, de la Facultad de Biología, y otro que es un pequeño laboratorio de nivel 2 usado por el departamento para la producción de las líneas celulares necesarias en docencia, denominado laboratorio 28.

El laboratorio P6 es un laboratorio de docencia, una instalación de cultivo de nivel 1 de bioseguridad de, aproximadamente, 180 m<sup>2</sup> y está equipado con todo el material necesario para realizar estas prácticas (Tabla 2). El trabajo en el laboratorio se organiza en grupos de trabajo de 4 a 5 estudiantes. El primer día de prácticas se les asigna instrumentación y equipo que han de devolver en condiciones el último día (1 cabina de flujo laminar, juegos de pipetas, microscopios, contadores celulares...), así como espacios en los incubadores, neveras y congeladores. Cada grupo de trabajo trabaja independientemente compartiendo con el resto de los grupos solo el equipo de uso esporádico: microscopios de fluorescencia, centrífugas, espectrofotómetro de placa, microscopios invertidos con registro fotográfico...

**Tabla 2**

Listado de equipo disponible en laboratorio P6

Cabinas de cultivo celular:

- cabinas de cultivo celular de clase II horizontal (1 unidad)
- clase II vertical tipo I (microbiológicas, 1 unidad)
- clase II vertical tipo IIA (2 unidades)

Equipo por cabina de cultivo: 1 juego de pipetas (P20, P200, P1000), contenedores, gradillas, pipetus, cajas de puntas

Incubador de CO<sub>2</sub>

Estufa de 37°C

Centrífugas (microfugas 2 unidades, 1 media velocidad)

Baños termostatzados

Microscopios invertidos de contraste de fases (3 unidades, 1 con registro fotográfico)

Microscopios directos (12 unidades)

Microscopio de fluorescencia directo con sistema de registro fotográfico

Microscopio de fluorescencia invertido

Espectrofotómetro de placa

Ordenadores (6 unidades)

Material propio de cada equipo: 1 juego de pipetas (P2, P20, P200., P1000), 4 cámaras de Neubauer, 3 microscopios directos, juegos de pinzas.



**Figura 1**

- (A) Imagen de la zona de cabinas del laboratorio P6.  
(B) Imagen del laboratorio 28

El laboratorio 28 es una pequeña sala de cultivos de nivel 2 de bioseguridad situada cerca del laboratorio P6, de 30 m<sup>2</sup>, y es utilizado habitualmente por personal de la Sección de Biología Celular para su trabajo experimental y por el técnico de cultivos para producir las líneas celulares necesarias para la docencia de las diferentes asignaturas. Esta instalación y su equipo se utilizan en las prácticas de cultivo celular animal para poder disponer de un número mayor de cabinas de cultivo celular. Dotado de 2 cabinas de cultivo celular de seguridad biológica (clase II vertical tipo IIA), baños, incubador de CO<sub>2</sub>, centrífuga, microscopios invertidos de contraste de fases (2 unidades, uno con sistema de registro fotográfico), microscopio de fluorescencia directo con sistema de registro fotográfico...

## **Contenido de las prácticas de cultivo celular animal**

El alumnado dispone de un guion de prácticas que puede descargar del campus virtual de la asignatura (Moodle) y en el que, además de información de seguridad y normas de funcionamiento del laboratorio, encontrará los protocolos detallados de los procedimientos a realizar. El guion de prácticas ha sido depositado en el Diposit Digital de la UB y es accesible libremente (ver ref: Guion de Prácticas).

En las prácticas el alumnado ha de manipular cultivos de células adherentes (NRK, y HeLa) y en suspensión (Jurkat) y tienen que realizar 4 procedimientos. Éstos se organizan temporalmente desde el lunes al viernes simultáneamente, de modo que se ve obligado a planificar su trabajo e ir haciendo un poco cada día. Solo uno de estos experimentos (el 1) es completamente individual: cada estudiante ha de hacer, desde el principio al fin, todos y cada uno de los pasos. Los otros tres experimentos se han de hacer en equipo. Los experimentos son los siguientes:

- Experimento 1: Manipulación de células adheridas (NRK): congelación/descongelación, conteo y viabilidad de los cultivos.
- Experimento 2: Efecto del % de suero en el crecimiento celular: curvas de crecimiento en células adherentes (HeLa) y en suspensión (Jurkat) (conteo celular, determinación de viabilidad, análisis de imagen, cuantificación celular mediante cristal violeta (CVDE)).
- Experimento 3: Efecto del % suero en la proliferación y migración celular: experimento de recuperación de herida (microfotografía, análisis de imagen con Image J).
- Experimento 4: Efecto del porcentaje de confluencia del cultivo sobre la eficiencia de transfección celular (lipofección, plásmidos de expresión eucariota, microscopía de fluorescencia, análisis de imagen con Image J).

Además se incorpora una quinta actividad que es una visita comentada, por un tercer docente, de entre 60 y 90 minutos a diferentes instalaciones de la Facultad de Biología relacionadas con el cultivo celular (servicio de criogenia-Eucellbank, sala de cultivos BSL-2+...). Esta visita se organiza dividiendo a los equipos de trabajo por la mitad para que los procedimientos en el laboratorio no se detengan en ningún momento.

Además, aprovechando el tiempo en el laboratorio se explica al alumnado aquellos recursos que va a necesitar para el procesado de los resultados que va generando. Es de especial interés la introducción al programa de análisis de imagen Image J que ha de usar en el

procesado del gran número de imágenes que genera, tanto de microscopía de contraste de fases como de fluorescencia.

A continuación se expone la organización temporal del experimento 1 (individual) a lo largo de los 5 días de la práctica. El objetivo de este experimento es la manipulación semanal de una línea celular adherente (NRK). Se inicia el día 1 (lunes) con la preparación de los medios necesarios. El alumnado no recibe el medio preparado listo para usar, sino el medio comercial y alícuotas concentradas de los diferentes aditivos, suero, glutamina, antibióticos... Ha de planificar qué medio necesita, localizar los componentes, calcular las cantidades de cada uno de ellos y preparar el volumen que necesite. Descongelará una alícuota criopreservada de células NRK y sembrará las células obtenidas en una placa de 35 mm de diámetro (placa 1), determinando tanto el número de células que hay en la alícuota como su viabilidad. Se le pide que observe el proceso con el microscopio de contraste de fases y que registre fotográficamente el proceso de ‘spreading’ y su duración. El día 2 (martes) han de comprobar el estado del cultivo, y registrarlo fotográficamente. El día 3 (miércoles) el cultivo deberá haber alcanzado el 80-90% de confluencia y se procederá a su tripsinización, determinando el número de células obtenidas y su viabilidad. A partir de estos datos calcularán el rendimiento, tiempo medio de duplicación... Una fracción de la población se replaqueará (placa 2), disponiendo de una segunda oportunidad para seguir el proceso de ‘spreading’ y registrarlo fotográficamente, y el resto se congelará en una solución de criopreservación. El día 4 (jueves) se controla el estado de la placa 2, con el consiguiente registro fotográfico, y se descongela la alícuota congelada el día anterior, determinando el número de células y su viabilidad, y sembrando una nueva placa (placa 3). Aquí tiene el estudiante o estudianta una tercera oportunidad para seguir el proceso de ‘spreading’. Finalmente, el día 5 (viernes) el o la estudiante ha de haber obtenido dos placas de células NRK viables y no contaminadas. Se registrarán fotográficamente y se determinará el porcentaje de confluencia.

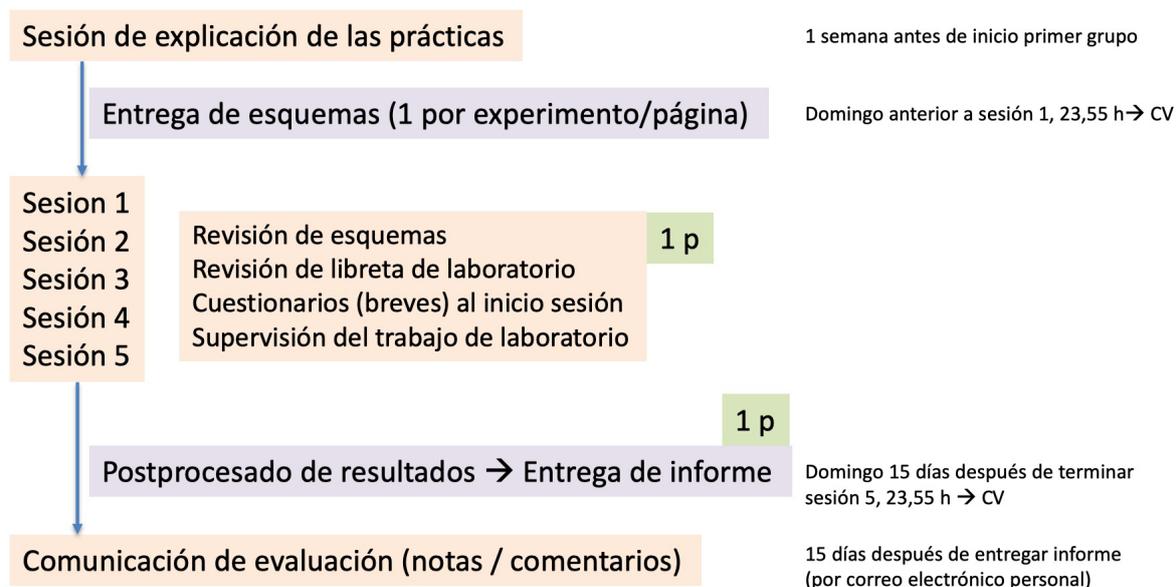
## Resultados y discusión

### Preparación, seguimiento y realización de las prácticas de cultivo celular animal

Una discusión frecuente en el seno del equipo docente de la asignatura ha sido cómo conseguir un mayor seguimiento y aprovechamiento de las prácticas por parte del alumnado. Hemos llegado a la conclusión de que no se consigue con un mayor dirigismo de sus actividades en el laboratorio sino con dos actividades clave. Por una parte, informarle con tiempo suficiente de cómo serán las prácticas, de su organización, objetivos y de los procedimientos a seguir, y por otra parte de los mecanismos que el profesorado usará para facilitarle el aprendizaje y para obtener evidencias que permitan su evaluación. Por esta razón se han diseñado todo un conjunto de actividades que preceden, acompañan y siguen a las sesiones en el laboratorio (Figura 2) y que son las siguientes:

1. Explicación de las prácticas en el aula. Una semana antes de que el primer grupo inicie las prácticas se dedica una sesión en el aula (50 minutos) a explicar en detalle la organización de las prácticas, los objetivos que se persiguen y los procedimientos a realizar. El alumnado, antes de esta sesión, ha tenido que obtener el guion de prácticas (disponible en pdf en el campus virtual, Moodle, de la asignatura), imprimirlo y leerlo.

2. Entrega de esquemas de los procedimientos. El fin de semana anterior a la semana de prácticas cada estudiante ha de entregar a través del campus virtual de la asignatura 4 esquemas en los que recoja los procedimientos que se harán. Estos esquemas, que son revisados por el /la docente líder de la práctica, ha de usarlos en las sesiones prácticas y su no entrega supone una penalización en la calificación. El objetivo es conseguir una lectura atenta del guion.
3. En las sesiones de laboratorio se supervisa el trabajo de cada estudiante individualmente. Para ello se les pide que pongan su nombre en la bata y cada docente se hace responsable de dos equipos de trabajo, que supervisará durante las 25-30 h de trabajo experimental lo que permite un buen conocimiento de las capacidades y habilidades de cada uno de ellos. Además, se utilizan pequeños cuestionarios al inicio de las sesiones para forzar que los estudiantes se centren en aquellos aspectos que, como el cálculo de las diluciones o de los reactivos necesarios para la preparación de los medios son imprescindibles para el correcto desarrollo de la sesión. Finalmente, y de manera sorpresiva, se irán revisando las libretas de laboratorio en las que el estudiante ha de ir registrando las manipulaciones realizadas y los resultados obtenidos, la nomenclatura/codificación de las imágenes tomadas, la distribución de tareas entre los miembros del equipo...
4. En los quince días siguientes a las sesiones de laboratorio el equipo de trabajo ha de redactar, coordinadamente, un informe de laboratorio. En éste ha de recoger los resultados de los procedimientos correctamente procesados y analizados, y hacer una discusión de los mismos, así como las conclusiones obtenidas. Se hace especial énfasis en la necesidad de agrupar resultados que se expresarán como valores medios y parámetros de dispersión (estadística descriptiva), que se analizarán con las técnicas estadísticas apropiadas. Esto es aplicable tanto a los parámetros numéricos medidos (por ejemplo el número de células, la viabilidad celular, el tiempo medio de duplicación del cultivo...) como a aquellos que obtienen a partir del procesamiento con Image J de las imágenes obtenidas densidad celular en placa, distancia recorrida por el borde de migración en la herida...). La entrega del informe se ha de hacer en una copia por equipo de trabajo antes de 15 días después de terminar las prácticas a través de una tarea en el campus virtual.
5. Revisión del informe de prácticas por los dos docentes de prácticas y emisión de informe de corrección. Cada uno de los dos docentes de prácticas lee el informe, lo corrige y evalúa siguiendo una rúbrica de corrección que ha de justificar para cada uno de los ítems evaluados. El periodo de revisión del informe termina como máximo 15 días después de su entrega. La rúbrica usada está disponible libremente (ver ref: Guion de Prácticas).
6. Envío del informe de evaluación del informe de prácticas al alumno/a. La persona coordinadora de la asignatura recibe las calificaciones de los y las estudiantes así como el informe emitido por el profesorado de prácticas y lo remite personalmente a través de email. El alumnado puede solicitar tanto al coordinador de la asignatura como al profesorado de prácticas aclaraciones sobre la corrección y la calificación.



**Figura 2**

Actividades anteriores y posteriores a las sesiones prácticas de cultivo celular animal. En verde se indica el valor (en puntos de la calificación final de la asignatura) de cada uno de los ítems empleados para la evaluación de las sesiones de prácticas

## Evaluación y calificación de las prácticas

La calificación final de la asignatura de ‘Cultivos Celulares e Ingeniería Tisular’ se obtiene de considerar con un 10% la calificación de cada uno de los dos exámenes parciales que se realizan al terminar cada uno de los dos bloques (cultivo de células animales y cultivo de células vegetales), un 20% de las prácticas de cultivo celular animal, un 10% de las prácticas de cultivo celular vegetal, y un 50% de un examen final, que se ha de aprobar.

La calificación de las prácticas de cultivo celular animal se obtiene a partir de la evaluación de dos bloques de actividades, cada una de ellas valorada con un 50%. La primera, es la que corresponde a las actividades que realiza el alumnado en el laboratorio y es emitida por el profesor/a que lo supervisa más estrechamente, aunque en realidad es fruto del consenso de ambos docentes de prácticas. La segunda es la media de la calificación del informe de prácticas que establece cada uno de los dos profesores de prácticas. A fin de uniformizar los criterios de calificación se emplea una rúbrica. Esta rúbrica se les explica a los alumnados antes de iniciar las prácticas. La rúbrica junto con el Guion de Prácticas ha sido depositada en el Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona (ver ref: Guion de Practicas).

## Valoración de las prácticas por los y las estudiantes y reflexión sobre el impacto en su formación

No disponemos de mecanismos que nos permitan determinar el grado de satisfacción de los y las estudiantes por la formación recibida en las sesiones de prácticas, la actuación

del profesorado, o los recursos disponibles... tal como sí que tenemos para la evaluación de otros aspectos de las sesiones de teoría. La Universitat de Barcelona no ha considerado necesario realizar encuestas de evaluación del profesorado de prácticas.

Sí que disponemos de los resultados de las encuestas de valoración del profesorado que imparte la teoría. En éstas se recogen ocasionalmente opiniones, habitualmente muy positivas, sobre las prácticas, destacando entre otros aspectos su organización, la gran cantidad de actividades que cada estudiante ha de hacer por sí mismo en un entorno adecuado, el seguimiento por parte del profesorado y el hecho de recibir el informe de prácticas corregido y comentado, en el que se indica lo que está bien y lo que es más importante, aquello que, según el criterio del profesor/a, es mejorable. Hemos recogido también comentarios negativos, que se suelen referir fundamentalmente a diferencias de actitud e interés de los y las estudiantes que forman parte de algunos equipos de trabajo o a ocasionales problemas técnicos causados por fallos de equipos (son equipos viejos que han sido usados en docencia durante años y que requerirían ser reemplazados).

## Conclusiones

Hay una observación que nos han hecho varios estudiantes ya egresados en relación a su experiencia al hacer el TFG, TFM o iniciar su vida profesional y es la de que se sorprendieron tanto ellos como sus supervisores cuando al iniciar el trabajo en el laboratorio todos aquellos aspectos relacionados con el cultivo celular animal, el trabajo en condiciones de esterilidad, el uso de cabinas de cultivo, la preparación de medios, les era familiar y, la experiencia adquirida en la asignatura de ‘Cultivos Celulares e Ingeniería Tisular’ les fue muy útil para adaptarse al trabajo de investigación en un laboratorio.

## Bibliografía

Aggarwal, R.S. What’s fueling the biotech engine-2012 to 2013 *Nature Biotechnology* 2014, 32 (1): 32-9 (doi: 10.1038/nbt.2794).

## Otras referencias

Plan de estudios de Grado de Bioquímica de la UB: [http://www.ub.edu/biologia/guia\\_grau\\_bioquimica/assignatures.html](http://www.ub.edu/biologia/guia_grau_bioquimica/assignatures.html).

Plan de Estudios de Grado de Biotecnología de la UB: [http://www.ub.edu/biologia/guia\\_grau\\_biotecnologia/assignatures.htm](http://www.ub.edu/biologia/guia_grau_biotecnologia/assignatures.htm).

Descripción de la línea NRK (ATCC CRL 6509): <https://www.lgcstandards-atcc.org/products/all/CRL-6509.aspx>.

Guión de Prácticas de cultivo celular animal y rúbrica usada en su evaluación: <http://hdl.handle.net/2445/132266>.

## 2

# Desarrollo curricular

## Capítulo 16

# Análisis comparativo de la satisfacción del estudiantado con la docencia del área de Biología Celular antes y después de la introducción del EEES

María del Mar Romero Alemán<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Morfología. Facultad de Ciencias de la Salud

<sup>2</sup> Instituto Universitario de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias.

Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria, Spain

**Resumen:** Los cambios en la cultura docente propiciados por el Espacio Europeo de la Educación Superior (EEES) precisan de su evaluación para el cumplimiento de los estándares de calidad. Considerando que la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) ha realizado encuestas de satisfacción del estudiantado desde la década de 1990, el presente estudio propone 1) comparar los resultados obtenidos antes y después de la adaptación al EEES en asignaturas equivalentes del área de Biología Celular impartidas por una misma persona del equipo docente y 2) Contextualizar las valoraciones respecto a la rama de Ciencias de la Salud y toda la ULPGC. Se utilizaron datos institucionales correspondientes a 408 encuestas obtenidas en el período EEES (2011-2017) y 367 del período anterior (1999-2006) que fueron cumplimentadas por el estudiantado de primero y segundo de Medicina y primero de Fisioterapia. Se comparó la satisfacción global y por factores: a) desarrollo de la docencia, b) actitud del profesorado, y c) proceso de evaluación utilizando las pruebas T-Student, T-Welch y ANOVA-Welch, con una significación  $p < 0,05$ . Los resultados mostraron un aceptable grado de satisfacción del estudiantado con la docencia en ambos períodos con valoraciones entre 3,55 y 4,13 sobre 5. El factor docente fue mejor valorado durante el período EEES mientras que se propone seguimiento y mejora de los factores actitud y evaluación. En general, el estu-

---

\* Dirección de correspondencia a: María del Mar Romero Alemán. Departamento de Morfología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria ULPGC, Paseo Blas Cabrera Felipe s/n, 35016 Las Palmas de Gran Canaria, Spain. Tel.: +34-92-8453525. Fax: +34-92-8453420. Email: mariadelmar.romero@ulpgc.es - <https://orcid.org/0000-0002-7987-5509>.

diantado de la ULPGC está satisfecho con la docencia. Se analiza la relación de estos resultados con las circunstancias que rodearon la introducción del nuevo modelo.

**Palabras clave:** Grado universitario; calidad docente; metodología docente; biología celular; ciencias de la salud; EHEA.

**Abstract:** The guidelines of the European Higher Education Area (EHEA) have produced relevant changes in the teaching culture which require evaluation, according to the European standards for quality. The *Universidad de Las Palmas de Gran Canaria* (ULPGC, Spain) has conducted student satisfaction surveys on lecturers' teaching activities since the 1990s. The aims of the present study are: 1) to compare the student satisfaction before (1999-2007) and shortly after the introduction of the EHEA (2011-2017) in equivalent subjects (mainly of the Medical degree) of the same area of knowledge (Cell Biology), and 2) to contrast these data with those of the branch of Health Sciences (BHS) and the entire ULPGC. We used summary statistics (sample size, mean value, standard deviation) on the global score and three factors: a) teaching methods, b) lecturer's attitude and c) evaluation process. Student's T-tests (and ANOVA) for equal variances, as well as a Welch's T-test (and Welch's ANOVA test) for heterogeneous variances, were applied according to a statistical significance of  $p < 0.05$ . Student satisfaction was acceptable before and after the introduction of the EHEA, since all the average scores were between 3.55 and 4.13 on a 5-point scale. The teaching factor obtained a significant average score during the EHEA period, whereas the strategies and resources related to attitude and evaluation factors were suggested for a tracking process. In general, there was a high level of student satisfaction in the ULPGC, mainly in the BHS. These results and the circumstances surrounding the introduction of the new model were commented.

**Keywords:** University degree; teaching quality; teaching methods; cell biology; health sciences; EHEA.

## Introducción

El proceso del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), iniciado a partir de la Declaración de Bolonia de 1999, está suponiendo un cambio de modelo educativo universitario con un nuevo enfoque pedagógico basado en el aprendizaje y centrado en el estudiantado. La Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) es el órgano estatal encargado de los procesos de evaluación de los títulos oficiales universitarios y de la calidad docente de su profesorado para la continua mejora y adaptación al EEES. La mayoría de las universidades españolas, entre ellas la ULPGC, dispone de un procedimiento de evaluación de la calidad de la docencia validado por la ANECA en colaboración con las Agencias de Evaluación de las Comunidades Autónomas. En la ULPGC se encuentra en vigor el modelo Docencia-ULPGC que valora tres factores o dimensiones (planificación de la docencia, desarrollo de la docencia y resultados) utilizando los datos aportados por tres fuentes de información: 1) Autoinforme del profesorado, 2) Informes de los responsables académicos (Junta de Centro y Departamento), y 3) Encuestas de satisfacción del estudiantado. Los procedimientos de evaluación del profesorado validados por la ANECA son fundamentales para la acreditación nacional del profesorado universitario y las encuestas de satisfacción del estudiantado también suponen una herramienta de gran interés por su efecto en la atracción de nuevo estudiantado y/o en la identificación del mismo con la institución (González-Peiteado y cols., 2017).

A nivel nacional, el curso académico 2010-11 estuvo marcado por la introducción definitiva del EEES en un contexto de crisis económica y financiera global que ha comprometido la necesaria adaptación al nuevo modelo. Las restricciones presupuestarias han ralentizado la respuesta adecuada a las modificaciones metodológicas que conlleva el propio EEES y a sus correspondientes adaptaciones de plantilla, infraestructuras, recursos y servicios. Obviamente, el esfuerzo adaptativo ha sido mayor en las universidades más jóvenes como la ULPGC, creada en 1989, frente a las más consolidadas. Especialmente agravante resultó la circunstancia del déficit de facultativos médicos en la provincia de Las Palmas que justificó que, frente a una media de 68 nuevas plazas anuales entre los cursos 2003-04 a 2008-9 del plan anterior (ULPGC, 2010a, p. 17), el nuevo plan de estudios del Grado en Medicina se iniciara en la ULPGC con 150 plazas de nuevo ingreso (ULPGC, 2010a, p. 6), reducidas a 135 desde el curso 2013-14 a la actualidad debido a limitaciones de los servicios hospitalarios para atender la demanda del estudiantado en formación (ULPGC, 2017, p. 22). Simultáneamente, la adaptación al EEES en otras titulaciones de la Facultad de Ciencias de la Salud también se inició con un incremento relevante en el número de plazas de nuevo ingreso: en la titulación de Enfermería se pasó de 145 a 250 y en la titulación de Fisioterapia se aumentó de 40 a 75 (ULPGC, 2010b, p. 295).

Un estudio preliminar indicó la ausencia de cambios relevantes en la satisfacción global del estudiantado con la docencia de determinadas asignaturas impartidas por la misma persona del equipo docente del área de Biología Celular (Romero Alemán, 2018). Teniendo también en cuenta que los ítems peor valorados suelen ser los relacionados con la metodología docente y la interacción profesorado-estudiantado (González Peiteado y cols., 2017), el presente estudio propone revisar y completar el mencionado estudio preliminar mediante análisis comparativos entre 1) la valoración global y por factores relacionada con la satisfacción del estudiantado con una persona del equipo docente del área de Biología Celular en asignaturas equivalentes antes y después de la introducción del EEES y 2) contextualizar di-

chas valoraciones respecto las obtenidas por el equipo docente de la rama de Ciencias de la Salud y la totalidad del profesorado de la ULPGC durante el período de introducción del EEES (período EEES). Estas comparaciones ofrecerán una visión general sobre la apreciación de la calidad de la docencia por parte del estudiantado durante el proceso de cambio de modelo educativo. Con todo ello se pretende iniciar una línea de investigación sobre la propia docencia que sirva de referencia para desarrollar estrategias de mejora continua, una de las características principales del EEES.

## Métodos

Se utiliza una metodología descriptiva, transversal y cuantitativa, a partir de encuestas institucionales referidas a 5 años de introducción del EEES (cursos 2011-12 a 2016-17) y a 5 años previos (cursos 1999-00 a 2006-07) específica de una persona del equipo docente del área de Biología Celular encargada de asignaturas equivalentes de ambos períodos. Dichas asignaturas pertenecen a dos titulaciones de la rama de Ciencias de la Salud (tabla 1). Los datos estadísticos resumidos (tamaño muestral, media y desviación estándar) relacionados con las encuestas de satisfacción del estudiantado están publicados por la institución (Gabinete de Evaluación Institucional de la ULPGC) y son accesibles para cada docente.

**Tabla 1**

Asignaturas del área de Biología Celular  
evaluadas durante los períodos Pre-EEES y de introducción del EEES

Cursos Pre-EEES	Título	Asignaturas	Cursos EEES	Título	Asignaturas
1999-00 2001-02	LM	Citol. e Histol. H. Organografía M.H.	2011-12 2016-17	GM	*Biología para C. Salud **Histología de Sistemas
2002-03	DF	Biología Celular	2012-13 2013-14	GM	*Biología para C. Salud
2004-05 2006-07	LM	Citol. e Histol. H. Organografía M.H.	2014-15	GM	*Biología para C. Salud
	DF	C. Morfológicas		GF	*Biología y Anatomía Esp.
LM: Licenciatura de Medicina DF: Diplomatura de Fisioterapia			GM: Grado en Medicina; *Básicas de Rama GF: Grado en Fisioterapia; **Base de la Medicina		

Se han seleccionado los cursos académicos con mayor número de cuestionarios con objeto de proporcionar la mayor representatividad posible. Además se ofrecen datos comparativos de la satisfacción del estudiantado con el profesorado de todas las asignaturas de la misma rama y de toda la ULPGC para el período de introducción del EEES, según la siguiente tabla.

**Tabla 2**

Número de cuestionarios (n) relacionado con las asignaturas del área de Biología Celular, de la rama de Ciencias de la Salud y de toda la ULPGC y n.º total aproximado (N) de matriculados/as durante los cursos Pre-EEES y EEES

Cursos Pre-EEES	Asignaturas		Cursos EEES	Asignaturas		Rama C. Salud		ULPGC	
	n	N		n	N	n	N	n	N
1999-00	97	150	2011-12	102	290	9632	sd	72135	sd
2001-02	84	150	2012-13	85	150	10920	sd	71973	sd
2002-03	56	150	2013-14	78	141	11853	sd	77500	sd
2004-05	67	175	2014-15	61	210	10720	sd	77987	sd
2006-07	63	175	2016-17	82	270	10923	sd	80020	sd
Total	367	800	Total	408	1061	54048	sd	379615	sd
%	45,8		%	38,4					

n: N.º de cuestionarios; sd: sin datos.

N: N.º aproximado de matriculados/as en las asignaturas.

### Características del estudiantado encuestado (asignaturas de Biología Celular)

Sólo disponemos de datos del perfil del estudiantado durante el período de introducción del EEES (tabla 3). No obstante, este perfil puede considerarse representativo de ambos períodos por el predominio de estudiantado de nuevo ingreso en asignaturas equivalentes.

**Tabla 3**

Perfil del estudiantado encuestado durante el período EEES

Cursos EEES	n	Asistencia >50% actividades	N.º veces matriculado/a		N.º veces examinado/a		Interés por la asignatura			Conocimientos previos		
			1	<sup>3</sup> 2	0	<sup>3</sup> 1	Bajo	Medio	Alto	No	Algo	mucho
2011-12	103	99	103	0	101	0	4	62	38	2	39	56
2012-13	85	73	85	0	85	0	10	57	18	3	52	28
2013-14	77	76	77	1	73	4	2	43	31	0	31	46
2014-15	59	52	59	0	59	0	9	41	9	1	34	22
2016-17	81	79	81	0	81	0	6	41	33	0	36	34
Total	405	379	405	1	399	4	31	244	129	6	192	186
%		93,5	99,7		98,9		7,7	60,4	31,9	1,6	50	48,4

n: N.º de cuestionarios

Las encuestas se realizaron en el aula durante una hora presencial al final del primer cuatrimestre. La gran mayoría del estudiantado se matriculó por primera vez (99,7%), asistió a más del 50% de las actividades presenciales de la asignatura (93,5%), y no se había examinado anteriormente (98,9%). Por otro lado, se manifestó un grado de interés por la asignatura entre medio (60,4%) y alto (31,9%), con algunos (50%) o bastantes/muchos (48,4%) conocimientos previos.

### **Cuestionarios y escalas**

En siguiente tabla se indican los ítems de los cuestionarios del programa DOCENTIA-ULPGC y del modelo anterior (ULPGC, 2018). La validez cualitativa de ambos cuestionarios está avalada por los juicios de los expertos de la ANECA y de la institución, respectivamente. Las preguntas son similares en ambos modelos y emplean la misma escala de satisfacción tipo Likert con 5 niveles de respuesta: (1) totalmente en desacuerdo, (2) algo en desacuerdo, (3) de acuerdo, (4) muy de acuerdo y (5) totalmente de acuerdo. También coinciden en el resumen de los datos estadísticos para cada ítem: número (n) de respuestas, media, y desviación estándar. El cuestionario Docentia-ULPGC presenta 27 ítems frente a los 20 del modelo anterior. Sin embargo, existen elementos similares que sirven de referencia para la comparación de ambos períodos: valoración global, desarrollo de la enseñanza/habilidades docentes, actitud del profesorado/actitud hacia el alumnado y proceso evaluador/estilo evaluador.

Tabla 4

Cuestionarios de satisfacción del estudiantado del programa Docencia-ULPGC (columna izquierda) y modelo anterior (columna derecha). Se comparan factores equivalentes en ambos cuestionarios: factor global (en marrón), desarrollo de la enseñanza/habilidades docentes (en azul), actitud del profesorado/actitud hacia el alumnado (en rojo) y proceso evaluador/estilo evaluador (en verde)

Cuestionario docencia-ULPGC (desde 2008)	Cuestionario anterior (1995 A 2007)
<p><b>F1. PLANIFICACIÓN DE LA DOCENCIA</b></p> <p><b>F1.1. Planificación de la enseñanza (ítem 1 a 3)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El/la profesor/a hace referencia al proyecto docente</li> <li>2. Los materiales elaborados y recomendados por el/la profesor/a son útiles para el desarrollo de las tareas</li> <li>3. El/la estudiante tiene fácil acceso a las instalaciones y equipamientos de la Universidad acordes con el plan de Estudios de la titulación</li> </ol> <p><b>F1.2. Organización de la enseñanza (ítem 4 a 6)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. El volumen de trabajo que implica esta asignatura se ajusta a lo previsto en el proyecto docente</li> <li>5. Las clases se ajustan a lo previsto en el proyecto docente</li> <li>6. El/la profesor/a aporta documentación de apoyo a los contenidos</li> </ol> <p><b>F2. DESARROLLO DE LA DOCENCIA</b></p> <p><b>F2.1. Desarrollo de la enseñanza (ítem 7 a 12)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. El/la profesor/a cumple con el horario establecido para la asignatura</li> <li>8. Las distintas tareas que se realizan facilitan el logro de competencias</li> <li>9. El/la profesor/a utiliza adecuadamente recursos didácticos (pizarra, campus virtual, etc.)</li> <li>10. El/la profesor/a propone actividades para el aprendizaje autónomo</li> <li>11. El/la profesor/a resuelve con claridad las dudas y preguntas que formulan los/as estudiantes</li> <li>12. Se realizan la mayoría de las actividades de aprendizaje previstas en el proyecto docente</li> </ol> <p><b>F2.2. Desarrollo de la acción tutorial (ítem 13 a 15)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>13. El/la profesor/a cumple con el horario de tutorías establecido</li> <li>14. Está satisfecho/a con la atención recibida de esta/a profesor/a en el horario de tutorías</li> <li>15. Las tutorías ayudan a la comprensión y el estudio de la asignatura</li> </ol> <p><b>F2.3. Actitud del profesorado (ítem 16 a 18)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>16. El/la profesor/a posibilita la realización de consultas y muestra disposición en ayudar a los/las estudiantes</li> <li>17. El/la profesor/a comprueba durante las clases el grado de comprensión sobre la asignatura</li> <li>18. El/la profesor/a sigue y asesora sobre actividades o trabajos</li> </ol> <p><b>F3. RESULTADOS</b></p> <p><b>F3.1. Proceso de evaluación (ítem 19 a 22)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>19. El/la profesor/a informa del sistema y criterios de evaluación al inicio de la asignatura</li> <li>20. La evaluación se ajusta a las pruebas y criterios establecidos en el proyecto docente</li> <li>21. El/la profesor/a utiliza diferentes herramientas para evaluar el aprendizaje de los/las estudiantes</li> <li>22. La evaluación se ajusta a los contenidos y competencias trabajados durante el curso</li> </ol> <p><b>F3.2. Objetivos formativos (ítem 23, 24 y 26)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>23. Considera alcanzados los objetivos de la asignatura</li> <li>24. Considera que el trabajo realizado por el/la profesor/a contribuye a alcanzar los objetivos de la asignatura</li> <li>26. Considera que la propuesta de temporización que figura en el proyecto docente se corresponde con el trabajo realizado para alcanzar los objetivos de la asignatura</li> </ol> <p><b>F3.3. Valoración Global (ítem 27)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>27. En general, está satisfecho con la labor docente de este/a profesor/a</li> </ol> <p><b>FG. VALORACIÓN GLOBAL (F1, F2, F3)</b></p>	<p><b>F1. HABILIDADES DOCENTES (ítems 1 a 9)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Considero que el/la profesor/a domina los contenidos de la materia</li> <li>2. El/la profesor/a explica con claridad</li> <li>3. El/la profesor/a utiliza los recursos adecuados para explicar la materia</li> <li>4. Teniendo en cuenta las condiciones en que se desarrolla esta asignatura estoy satisfecho con la labor docente de el/la profesor/a</li> <li>5. La forma de enseñar de el/la profesor/a facilita la comprensión de la asignatura</li> <li>6. El/la profesor/a responde a las preguntas de los/as estudiantes con precisión</li> <li>7. El/la profesor/a ha conseguido que me interese la asignatura</li> <li>8. Me gustaría estudiar otra asignatura con este/a profesor/a</li> <li>9. El/la profesor/a tiene habilidades docentes</li> </ol> <p><b>F2. ESTILO EVALUADOR (ítems 10 a 12)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>10. Los/as estudiantes conocemos desde el principio de curso los criterios de evaluación de la asignatura</li> <li>11. El/la profesor/a aplica los criterios de evaluación recogidos en el programa de la materia</li> <li>12. La evaluación se ajusta a lo que ha explicado en clase</li> </ol> <p><b>F3. ACTITUD HACIA EL ALUMNADO (ítem 13 a 15 y 17)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>13. El/la profesor/a mantiene una actitud receptiva ante nuestras preguntas y sugerencias</li> <li>14. El/la profesor/a respeta a los/las estudiantes</li> <li>15. Se avisa a los/las estudiantes cuando el/la profesor/a no asiste a clase</li> <li>17. El/la profesor/a presentó a principio de curso el programa de la asignatura</li> </ol> <p><b>F4. CUMPLIMIENTO DEL HORARIO (ítem 16, 18 y 19)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>16. El/la profesor/a es puntual en el cumplimiento del horario</li> <li>18. El/la profesor/a cumple regularmente el horario de tutorías</li> <li>19. El/la profesor/a asiste regularmente a clase</li> </ol> <p><b>FG. VALORACIÓN GLOBAL (ítem 1 a 20)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>20. El/la profesor/a que imparte esta asignatura es buen/a profesor/a</li> </ol>

## **Análisis comparativo de los factores a partir de datos estadísticos resumidos**

Inicialmente se determinó si los datos comparativos de cada factor o grupo siguen los criterios de normalidad, homogeneidad e independencia como requisito para elegir las pruebas estadísticas más adecuadas. Se compararon datos estadísticos resumidos de cada factor pues los listados de datos originales no estaban disponibles. Por otro lado, se asumió el criterio de normalidad, según el teorema central del límite, debido a que el tamaño de todas las muestras (ver tabla 2) supera ampliamente el valor mayor a 30 considerado por unos autores (Sánchez Turcios, 2015) o, mayor o igual a 100 considerado por otros (Aguayo Canela, 2007). El criterio de homogeneidad de las varianzas se evaluó con la prueba F-Snedecor para la comparación de dos grupos (Pre-EEES y EEES) utilizando un programa online de cálculo estadístico (StatsKingdom) y también con un procedimiento manual. Siguiendo este último, conocidos el tamaño ( $n$ ) y desviación estándar (DE) de ambos grupos, el valor de la varianza de cada grupo se calculó elevando al cuadrado el valor de la DE. El valor de la F prueba se obtuvo dividiendo la varianza mayor entre la menor. Se calcularon los grados de libertad del numerador (gl num) y denominador (gl den) restando la unidad al tamaño de cada muestra ( $n-1$ ), tomándose como numerador el valor más alto. Finalmente, se obtuvo el valor de la F tabla (excel) utilizando la función de la distribución inversa de cola derecha [=INV.F.CD(0,05;gl num;gl den)]. La homogeneidad de las varianzas se demostró con la obtención de una F prueba  $<$  F tabla para un nivel de confianza de  $\alpha = 0,05$ . Se aplicó la prueba T-student (y ANOVA de una vía) para muestras con igual varianza y la prueba T-Welch para muestras con varianzas heterogéneas. Para la comparación de tres grupos (Asignatura, Rama Ciencias de la Salud y ULPGC) se asumió el criterio de normalidad y de heterogeneidad de las varianzas debido a la gran diferencia en el tamaño de las muestras de los tres grupos utilizándose la prueba ANOVA con corrección de Welch (Welch-ANOVA) para más de dos muestras independientes y la prueba Games-Howell post-hoc siguiendo un procedimiento manual que permite utilizar datos estadísticos resumidos (Zaiontz, 2018).

## **Resultados**

### **Resultados comparativos sobre la satisfacción del estudiantado en ambos períodos**

Los datos de la tabla 2 indican una participación en las encuestas del 45,8% del estudiantado matriculado en el período pre-EEES y del 38,4% en el período EEES. Por tanto, los resultados del presente estudio son indicadores referidos a la representatividad de dichas cifras.

Con el programa de cálculo estadístico, StatsKingdom, la prueba F-Snedecor para la comparación de las varianzas de dos grupos independientes (grupo pre-EEES y EEES) indicó (para  $\alpha = 0,05$ ) varianzas homogéneas para la valoración global ( $p = 0,788$ ) y actitud del profesorado ( $p = 0,379$ ) y varianzas heterogéneas para los factores docencia ( $p = 0,002$ ) y evaluación ( $p < 0,0001$ ). Siguiendo el procedimiento manual con Excel, se obtuvieron resultados coherentes con los anteriores. En consecuencia, los dos primeros factores se analizaron con la prueba T-student (y ANOVA de una vía) y los dos últimos con la prueba T-Welch usando varios programas de cálculo estadístico para datos resumidos disponibles online (GraphPad quickcalcs, UsableStats, MedCalcs, SISA, StatsKingdom, StatPages, UsableStats). Dichas pruebas presentaron los mismos p-valores, indicativos de significación es-

tadística, con independencia del programa de cálculo utilizado (tabla 5). No obstante, los p-valores del programa de cálculo SISA (Simple Interactive Statistical Analysis) ofrecieron resultados contrarios a los demás (tabla 5). Probablemente esto se deba a la obsolescencia de dicho programa, por lo que fue descartado.

**Tabla 5**

Análisis comparativo de los factores (global, docencia, actitud y evaluación) entre los períodos pre-EEES y EEES. Las pruebas estadísticas se aplicaron usando distintos programas online para datos resumidos

	Global	Docencia	Actitud	Evaluación
	(n) media $\pm$ DE	(n) media $\pm$ DE	(n) media $\pm$ DE	(n) Media $\pm$ DE
Pre-EEES	(367) 3,92 $\pm$ 0,74	(366) 3,69 $\pm$ 0,77	(367) 4,13 $\pm$ 0,784	(358) 4,03 $\pm$ 0,9
EEES	(408) 3,73 $\pm$ 0,73	(408) 3,81 $\pm$ 0,66	(408) 3,58 $\pm$ 0,82	(405) 3,55 $\pm$ 0,7
F-Snedecor (SK)	p = 0,788 varianzas iguales	p = 0,002 varianzas distintas	p = 0,379 varianzas iguales	p < 0,0001 varianzas iguales
T-student	p = 0,0003 (GQ, MC, US) p = 0,394 (SISA)*		p < 0,0001 (GQ, MC, US) p = 0,81 (SISA)*	
ANOVA	p = 0,0003 (SP)		p = 0 (SP)	
T-Welch		p = 0,0209 (GQ, SK)		p < 0,0001 (GQ, SK)

GQ: GraphPad quickcalcs ([www.graphpad.com](http://www.graphpad.com)); MC: MedCalcs ([www.medcalc.net/statisticaltests/](http://www.medcalc.net/statisticaltests/)); SISA: Simple Interactive Statistical Analysis ([www.quantitativeskills.com/sisa/](http://www.quantitativeskills.com/sisa/)); SK: StatsKingdom ([www.statskingdom.com](http://www.statskingdom.com)); SP: StatPages ([www.statpages.info/anova1sm.html](http://www.statpages.info/anova1sm.html)); US: UsableStats ([www.usablestats.com](http://www.usablestats.com)). \*El programa SISA fue descartado por aportar p-valores significativamente diferentes a los demás programas.

Se observa un aceptable grado de satisfacción del estudiantado con las asignaturas impartidas por la misma persona del equipo docente del área de Biología Celular tanto antes como después de la introducción del EEES con una valoración global, actitudinal y de evaluación significativamente mejor en el período pre-EEES y una mejor valoración del desarrollo docente durante el período EEES (tabla 5).

### **Análisis comparativo entre la satisfacción del estudiantado con una persona del equipo docente del área de Biología Celular, con el profesorado de la rama de Ciencias de la Salud y de la ULPGC durante el período EEES**

Los datos relacionados con las asignaturas del área de Biología Celular se refieren a la evaluación de una de los/as docentes de dichas asignaturas pertenecientes a la titulación de Medicina y Fisioterapia (ver tabla 1). Los datos del conjunto del profesorado de todas las asignaturas tanto de la Rama de Ciencias de la Salud (Grados en Enfermería, Fisioterapia, Medicina, Veterinaria y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte) como de toda la ULPGC se indican en la tabla 6. Asumimos la heterogeneidad de las varianzas de los tres grupos debido a la gran diferencia en el tamaño de las muestras. Por ello utilizamos la

prueba ANOVA con corrección de Welch (Welch-ANOVA) y la prueba post-hoc de Games-Howell para la comparación de grupos por pares siguiendo procedimientos manuales para excel (Zaiontz, 2018) como mejor aproximación. Además, la prueba T-Welch para dos muestras independientes con varianzas heterogéneas ofreció resultados similares.

**Tabla 6**

Comparación entre la satisfacción del estudiantado con calidad docente de una persona del profesorado del área de Biología Celular (asignaturas), del equipo docente de la rama de CCSS, y de toda la ULPGC durante el período EEES

Período EEES	Global	Planificación	Desarrollo	Resultados
	(n) media ± DE			
Asignaturas	(408) 3,67 ± 0,66	(408) 3,77 ± 0,74	(408) 3,7 ± 0,68	(408) 3,56 ± 0,7
Rama CCSS	(54048) 3,96 ± 0,82	(54013) 3,96 ± 0,84	(54034) 3,97 ± 0,86	(54019) 3,95 ± 0,9
ULPGC	(379615) 3,88 ± 0,84	(379298) 3,89 ± 0,84	(379509) 3,91 ± 0,84	(379395) 3,86 ± 0,94
Welch-ANOVA* + Games-Howell <sup>1,2,3</sup>	*p = 0 1,2,3p = 0			
T-Welch (GQ, SK)	1,2,3p < 0,0001	1,2,3p < 0,0001	1,2,3p < 0,0001	1,2,3p < 0,0001

<sup>1</sup> Comparación Asignatura y Rama Ciencias de la Salud.

<sup>2</sup> Comparación Asignatura y ULPGC.

<sup>3</sup> Comparación Rama Ciencias de la Salud y ULPGC; GQ: GraphPad quickcalcs; SK: StatsKingdom.

Durante el la introducción del EEES (2011-2017) se observa un aceptable grado de satisfacción del estudiantado con las asignaturas impartidas por la misma persona del equipo docente del área de Biología Celular, con valoraciones de los distintos factores entre 3,56 y 3,77 en una escala de 5 puntos. Se observa mayor satisfacción del estudiantado de la ULPGC en su conjunto con valoraciones que oscilan entre 3,86 y 3,91 pero destaca la satisfacción del estudiantado de Ciencias de la Salud con puntuaciones entre 3,95 y 3,97. En este contexto, los análisis estadísticos indican que el estudiantado de la rama de Ciencias de la Salud está significativamente más satisfecho con la actividad docente de su profesorado que el estudiantado de la ULPGC en su conjunto. Sin embargo, el estudiantado de las asignaturas impartidas por una persona del profesorado de Biología Celular está significativamente menos satisfecho que los dos grupos anteriores.

## Discusión

### Programas estadísticos para resumen de datos. Corrección de un estudio preliminar

El presente estudio trabaja con resúmenes de datos sobre las encuestas de satisfacción del estudiantado publicadas por la ULPGC, pues los datos originales no estaban disponibles. Teniendo en cuenta que la mayoría de los programas estadísticos habituales (ej. SPSS) sólo admiten listados de datos originales hemos utilizado diversos programas estadísticos gratuitos disponibles online (tablas 5 y 6) con el objetivo de contrastar los resultados con dife-

rentes fuentes. Sólo se han admitido aquellos resultados validados por 2 o más programas estadísticos o métodos de cálculo. Así, los programas GraphPad quickcalcs, MedCalcsâ, Stats-Kingdom, StatPages y UsableStats ofrecieron los mismos resultados para la prueba de T-Student, mientras que el programa Simple Interactive Statistical Analysis (SISA) demostró su obsolescencia al ofrecer resultados muy distintos a todos los programas anteriores (tabla 5). Ello ha ocasionado la revisión y corrección de errores de un estudio preliminar (Romero Alemán, 2018) donde se utilizaba dicho programa. El presente estudio revisa y completa el mencionado estudio aportando nuevas interpretaciones de los resultados a la luz de las correcciones realizadas y de la inclusión de análisis estadísticos adicionales.

### **Satisfacción del estudiantado antes y después de la introducción del EEES**

Los resultados antes y después de la adaptación al EEES son aceptables, se corresponden con una adecuada labor docente y coinciden con los resultados de otras Universidades (De Juana Espinosa y cols., 2017; González-Peiteado y cols., 2017; Tejedor y cols., 1999). Algunos detalles del perfil del estudiantado indican una alta motivación intrínseca: la mayoría manifestó un interés por la asignatura entre medio (60,4%) y alto (31,9%) y el 93,5% asistió a más del 50% de actividades presenciales de la asignatura. Por tanto, parece razonable asumir una relación entre motivación y satisfacción del estudiantado como también señala Hernández y cols. (2018). En este contexto, el período EEES se caracterizó por una menor valoración global relacionada con los factores actitud y evaluación. Estos resultados pueden ser la consecuencia de las circunstancias adversas (crisis económica, duplicación del estudiantado, sobrecarga del profesorado) coincidentes con la introducción del Grado en Medicina en la ULPGC, titulación a la que pertenecen la mayoría de las asignaturas evaluadas. En futuros estudios se podrá determinar si la mejora de tales circunstancias repercute en la satisfacción del estudiantado. La interacción profesorado-estudiantado (actitud) es también un aspecto de mejora en otras Universidades (González-Peiteado y cols., 2017). La valoración del factor evaluación (proceso de evaluación) no parece depender de la experiencia propia del estudiantado pues la gran mayoría no se había examinado previamente (ver tabla 3). La correlación con los resultados académicos reales (tasa de éxito de la asignatura), no disponibles actualmente, son elementos a tener en cuenta en próximos estudios para seguimiento de este resultado. Curiosamente, el factor docente presenta una valoración más satisfactoria en el período EEES mientras que otros estudios recientes señalan este factor como uno de los peor valorados (González-Peiteado y cols., 2017). Probablemente el éxito en el desarrollo de la enseñanza (o metodología docente) dependa más del entorno enseñanza-aprendizaje que propicia el profesorado con independencia del modelo educativo implementado. Obviamente, las circunstancias en las que se desarrolla la docencia (número de estudiantes, condiciones y recursos en las aulas, carga del profesorado) también son elementos que influyen tanto en la calidad docente (Zabalza y Zabalza Cerdeiriña, 2010) como en la satisfacción del estudiantado.

Los resultados del presente estudio se refieren a la actividad docente de una persona del profesorado. Lamentablemente, no disponemos de datos sobre la satisfacción del estudiantado referidas a todas las asignaturas y profesorado del mismo área de conocimiento, ni del equipo docente (normalmente varios docentes) encargados de una misma asignatura que permitan interpretar estos resultados en el contexto del área de Biología Celular, de asigna-

turas individuales o de titulaciones independientes de la rama de Ciencias de la Salud. Estas limitaciones del presente estudio constituyen aspectos de mejora en el futuro. En esta línea, recientemente se ha sugerido que la evaluación de la docencia en equipo y la investigación sobre la propia actividad docente deberían estar presentes en las futuras versiones del programa Docencia (García-Jiménez y Rodríguez-Conde, 2018). Se trata de ser investigadores también en la docencia de la propia disciplina para mejorar como docentes con criterios basados en las evidencias y conclusiones de la investigación.

### **Satisfacción del estudiantado de Ciencias de la Salud durante el período EEES**

Las encuestas del programa Docencia-ULPGC indican que la mayor parte del estudiantado se siente satisfecho con la docencia siendo la Rama de Ciencias de la Salud la mejor valorada. Estos datos coinciden con los obtenidos en otras Universidades (De Juana Espinosa y cols., 2017; González Peiteado y cols., 2017; Tejedor y cols., 1999). Probablemente, este mayor grado de satisfacción en la Rama de Ciencias de la Salud está relacionado con el alto grado de motivación de su estudiantado y profesorado. No obstante, el presente estudio carece de una visión individualizada de los resultados de cada titulación que facilitaría la interpretación y seguimiento de los resultados, pues cada titulación se adaptó al EEES de manera particular e independiente. Ello genera dudas sobre los resultados de las encuestas de satisfacción del estudiantado de la rama de Ciencias de la Salud y de la ULPGC durante el período EEES pues buena parte de las titulaciones, principalmente las más largas, aún no estaban totalmente adaptadas al nuevo modelo. Por ello, el análisis comparativo de satisfacción del estudiantado en el período EEES (tabla 6) es preliminar y susceptible de ser matizado en el futuro.

### **Nivel de implementación del EEES**

A nivel europeo, el grado de implementación real del nuevo modelo parece estar limitado por causas presupuestarias como concluye un informe de la Unión de Estudiantes Europeos (O'Driscoll y cols., 2015) y un estudio sobre las dificultades detectadas por los y las responsables de los Sistemas de Garantía de Calidad de los títulos de 24 universidades españolas, incluida la ULPGC (López Aguado, 2018). En esta línea, un informe reciente de la Unión de Estudiantes Europeos (Sundberg y cols., 2018) indica que el proceso de implementación del aprendizaje centrado en el estudiantado, uno de los pilares básicos del nuevo modelo, se está produciendo de una forma irregular y excesivamente lenta en toda la Unión Europea. Además de razones presupuestarias, el estudiantado europeo atribuye cierta resistencia del profesorado. Sin embargo, parece razonable que esta implementación se realice de manera gradual y creciente durante el desarrollo de cada titulación, al menos durante el primer curso, con el propósito de facilitar la adaptación del estudiantado de nuevo ingreso. Probablemente, una financiación realista destinada a cubrir las necesidades del nuevo modelo junto con los planes de formación/actualización del profesorado y la promoción de la investigación de la propia actividad docente sean claves para la mejora de esta situación.

## Conclusiones

El grado de satisfacción del estudiantado con la persona del equipo docente encargada de las asignaturas del área de Biología Celular es aceptable antes (1999-2007) y después de la introducción del EEES (2011-2017). Se propone el seguimiento de los factores actitud y evaluación para mejorar la valoración global. Destaca la alta satisfacción del estudiantado de la rama de Ciencias de la Salud y se propone seguimiento de esta tendencia una vez quede garantizada la plena adaptación al EEES de las titulaciones más largas. Se revisa y corrige un estudio anterior (Romero-Alemán, 2018) y se demuestra la utilidad de determinados programas de cálculo estadísticos online para datos resumidos.

## Bibliografía

- Aguayo Canela M. Cómo realizar «paso a paso» un contraste de hipótesis con SPSS para Windows y alternativamente con EPIINFO Y EPIDAT: (II) Asociación entre una variable cuantitativa y una categórica (comparación de medias entre dos o más grupos independientes) [internet]. *DocuWeb fabis.org*, 2007. Disponible en: [http://www.fabis.org/html/archivos/docuweb/contraste\\_hipotesis\\_2r.pdf](http://www.fabis.org/html/archivos/docuweb/contraste_hipotesis_2r.pdf).
- De Juana Espinosa S, Fernández Sánchez JA, Tarí Guilló JJ, Sabater Sempere V, Valdés Conca J, García Fernández M. Análisis de la calidad de la docencia en la universidad española. En: Roig-Vila R, editor. *Investigación en docencia universitaria. Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa*. Barcelona: Octaedro; 2017, pp: 145-156. ISBN 978-84-9921-935-6.
- O'Driscoll C, Fröhlich M, Gehrke E, Isoski T, Maolain AO, Meister L, Nordal E, Galan Palomares FM, Pietkiewicz K, Sanchez I, Todorovski B. Bologna with students eyes 2015. Time to meet the expectations from 1999. Belgium: European Students' Union; 2015. ISBN: 978-94-91256-01-1.
- Sundberg C, Koppel K, Schwitters H, Patricolo C, Gajek A, Susnjar A, Prihoda F, Hovhannisyán G. Bologna with students eyes 2018. The final countdown. Brussels: European Students' Union; 2018. ISBN: 978-94-91-25605-9.
- García-Jiménez E, Rodríguez-Conde MJ. El programa DOCENTIA: Fundamento, desarrollo e implicaciones. *Revista de Educación y Derecho*, 2018 17: 1-26.
- González-Peiteado M, Pino-Juste M, Penado-Abilleira M. Estudio de la satisfacción percibida por los estudiantes de la UNED con su vida universitaria. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 2017 20(1): 243-260.
- Hernández Vaquero L, Martín Fernández C, Lorite Ruiz G, Granados Bautista P. Rendimiento, motivación y satisfacción académica, ¿una relación a tres?. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia Creativa*, 2018 7(9): 92-97.
- López Aguado M. La evaluación de la calidad de títulos universitarios. Dificultades percibidas por los responsables de los sistemas de garantía de calidad. *Educación XXI: Revista de la Facultad de Educación*, 2018 21(1): 263-284.
- Romero Alemán MM. Satisfacción de los estudiantes con la docencia en las asignaturas del área de Biología Celular/Histología antes y después de la implantación del EEES en la ULPGC. En: Miralles Martínez P, Guerrero Romera C, editores. *Metodologías docentes innovadoras en la enseñanza universitaria*. Murcia: Editum; 2018, pp: 446-456. ISBN: 978-84-09-05851-8.
- Sánchez Turcios RA. T-student, Usos y abusos. *Revista Mexicana de Cardiología*, 2015 26(1): 59-61.

- Tejedor Tejedor FJ, Martín Izard J, García-Valcárcel A, Ausín Zorrilla T. La satisfacción de los alumnos universitarios respecto a sus estudios. *Revista de Investigación Educativa*, 1999 17(2): 407-412.
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria [internet]. Las Palmas de Gran Canaria: ULPGC, 2010a. Memoria de verificación del título de Grado en Medicina. Disponible en: [https://www2.ulpgc.es/archivos/plan\\_estudios/4029\\_40/Memoriagrado medicina.pdf](https://www2.ulpgc.es/archivos/plan_estudios/4029_40/Memoriagrado medicina.pdf).
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria [internet]. Las Palmas de Gran Canaria: ULPGC, 2010b. Memoria del curso académico 2009-2010. Disponible en: <https://www.ulpgc.es/secretariageneral/memorias-academicas>.
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Facultad de Ciencias de la Salud [internet]. Las Palmas de Gran Canaria: ULPGC, 2017. Informe de autoevaluación para la acreditación del Grado en Medicina. Disponible en: <https://www.fccs.ulpgc.es/medicina>.
- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Vicerrectorado de Calidad [internet]. Las Palmas de Gran Canaria: ULPGC, 2018. Modelos de encuestas de satisfacción de estudiantes con la calidad docente. Disponible en <https://calidad.ulpgc.es/index.php/m-mc>.
- Zabalza MA, Zabalza Cerdeiriña MA. Planificación de la docencia en la Universidad. Elaboración de las guías docentes de las materias. Madrid: Nacer; 2010. ISBN 978-84-27-71729-9.
- Zaiontz C. Real Statistics Using Excel [internet]. Zaiontz C, 2018. Welch's ANOVA Test. Disponible en: <https://www.real-statistics.com/one-way-analysis-of-variance-anova/welchs-procedure/>.

## Capítulo 17

# Una década impartiendo docencia de Biología Celular en idioma inglés en el Grado de Medicina de la UPV/EHU: opinión del alumnado

Gaskon Ibarretxe\*, Daniel Alonso-Alconada

Departamento Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco UPV/EHU, Leioa, Spain

**Resumen:** Introducción: En la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) en los últimos años se han realizado importantes progresos en cuanto a la cantidad de asignaturas impartidas en Inglés, pero ese crecimiento ha sido muy reducido en Ciencias de la Salud. Una notable excepción es la asignatura *Cellular Biology*, que lleva impartándose ininterrumpidamente en el primer curso del Grado en Medicina de la UPV/EHU desde el año académico 2010/2011. Objetivo del estudio: Se quiso recabar la opinión del alumnado que había cursado la asignatura *Cellular Biology* en Inglés, para identificar puntos fuertes y puntos a mejorar en dicha docencia, así como estimar la potencial demanda de impartición en Inglés de otras asignaturas relacionadas con el campo de conocimiento. Métodos: Se realizó una encuesta de opinión a estudiantes que en los últimos años se matricularon voluntariamente en la asignatura *Cellular Biology* en Inglés. Resultados: El 87% del alumnado encuestado reconoce un valor positivo de cursar asignaturas en Inglés para su futuro profesional. El mismo porcentaje declara no percibir diferencias en la implicación y participación del alumnado en el grupo de *Cellular Biology* en Inglés, respecto a los grupos correspondientes de Euskera y Castellano. Conclusiones: A pesar de las dificultades en la gestión académica de dicha docencia, queda patente el interés del alumnado del Grado en Medicina por recibir formación en idioma Inglés. En torno a tres de cada cuatro encuestados/as declararon que de tener la oportunidad de matricularse en Inglés en otras asignaturas relacionadas con el área de conocimiento de la Biología Celular, lo harían.

**Palabras clave.** Biología Celular; Docencia en Inglés; Encuesta al Alumnado; Medicina; Internacionalización.

---

\* Dirección de correspondencia a: Gaskon Ibarretxe. Profesor Titular. Departamento de Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina y Enfermería, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Barrio Sarriena, s/n, 48940 Leioa, Spain. Tel.: +34-94-6013218. Fax: +34-94-6013226. Email: gaskon.ibarretxe@ehu.eus - <https://orcid.org/0000-0002-4961-7402>.

**Abstract:** The University of the Basque Country (UPV/EHU) has experienced important progress in the amount of subjects taught in the English language in Bachelor and Master Degree programs over the last years. However, this growth has been unequal and particularly small in the area of Health Sciences. A remarkable exception is found in the Cellular Biology subject, which has been uninterruptedly taught in the first year of the Medicine Degree since the academic year 2010/2011. To evaluate the satisfaction levels of students who had enrolled in the Cellular Biology subject, thus identifying strong and weak points of this teaching, and to estimate the potential demand for enrolment in other related subjects of this field of knowledge, which could be taught in English as well, we conducted an opinion survey with students who, over the last years, enrolled voluntarily in the Cellular Biology subject of the Degree of Medicine in UPV/EHU. Of all respondents, 87% acknowledged that taking subjects in English would have a positive effect on their professional future. The same proportion observed no differences in the participation and implication of students in daily subject activities in the Cell Biology English language group, with respect to the Spanish and Basque language groups. It can be concluded that, in spite of the difficulties in the academic management of such teaching, most of the survey respondents (medicine students) show interest in attending lectures in the English language. About three out of four respondents declared that if they had the opportunity to enrol in other subjects in English related to the area of knowledge of Cellular Biology, they would do so.

**Keywords:** Cellular Biology; Teaching in English; Survey to Students; Medicine; Internationalisation.

**Laburpena:** Sarrera: Euskal Herriko Unibertsitatean (UPV/EHU) nabarmenki igo da azken urteotan, bere eskaintza akademikoaren barruan, ingelesez irakasten diren irakasgaien kopurua, baina hazkuntza hori ez da arlo guztietan modu bertsuan gertatu, eta Osasun Zientzietan, esaterako, oso murrizta izan da. Horren salbuespen nabarmen bat Medikuntzako Gradu lehen mailako *Cellular Biology* irakasgaia dugu, 2010-11 ikasturteaz geroztik ingelesez irakasten dena. Lanaren helburua: *Cellular Biology* irakasgaia hartu zuten ikasleen iritzia jaso eta ebaluatu nahi izan zen, irakaskuntza honen alde sendoak eta ahulak identifikatzeko, eta baita jakintza-arloarekin erlazionatuta dauden eta ingelesez eman litezkeen beste irakasgai batzuen balizko eskaerari buruzko informazioa jasotzeko ere. Metodoak: Azken urteotan Medikuntzako Gradu *Cellular Biology* irakasgaian nahita matrikulatu ziren ikasleei iritzi inkesta bat helarazi zitzaion. Emaitzak: Erantzuleen %87k aitortzen du irakasgaiak ingelesez egitea aukeratu izanak alderdi positiboak ekarriko dituela bere etorkizun profesionalari begira. Proportzio berean, inkestaren erantzuleek ez zuten desberdintasunik sumatu ikasleen jarreran eta inplikazioan, *Cellular Biology* ingelesez hizkuntzako taldean, euskarazko edo gaztelerazko taldeekin alderatuz. Ondorioak: Zailtasunak egonagatik, Medikuntzako Gradu ikasleen artean agerikoa da irakaskuntza ingeles hizkuntzan jasotzeko interesa. Galdetutakoen lautik hiru inguruk aitortu zuten Zelulen Biologia jakintza arloarekin erlazionatutako beste irakasgaiak ere ingelesez hartuko zituztela, aukera izanez gero.

**Gako-hitzak:** Zelulen Biologia; Irakaskuntza Ingelesez; Ikasleei Inkesta; Medikuntza; Nazioartekotzea.

## Introducción

La Internacionalización constituye uno de los vectores fundamentales recientemente establecidos para la presente y futura oferta de titulaciones oficiales de Grado y Post-Grado en la Comunidad Autónoma del País Vasco (Decreto Boletín Oficial del País Vasco 274/2017). Uno de los pilares más importantes para promover la internacionalización universitaria es el establecimiento de una oferta docente estable y de calidad en idioma Inglés, no sólo por el efecto catalizador que ello tiene para la firma de convenios con universidades del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y la consiguiente atracción de alumnado extranjero, sino también para la motivación del alumnado propio, poniéndose a prueba en su desempeño académico en asignaturas impartidas en una lengua internacional distinta a la materna. En la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU) en los últimos años se han realizado importantes progresos en cuanto a la cantidad de asignaturas impartidas en Inglés, pero ese crecimiento ha sido desigual entre las distintas áreas de conocimiento, y en particular muy reducido o prácticamente inexistente en las disciplinas de Ciencias de la Salud (Alonso-Alconada y cols. 2019; Hilario y cols. 2018).

Una notable excepción en el contexto concreto de Ciencias de la Salud en la UPV/EHU la constituye la asignatura *Cellular Biology*, que lleva impartándose ininterrumpidamente en el primer curso del Grado en Medicina de la UPV/EHU desde el curso 2010/2011, coincidiendo precisamente con la implantación del *Plan Bolonia* y con la entrada de la UPV/EHU en el EEES. Desde entonces, ésta es la única asignatura de todo el Grado en Medicina que ha mantenido docencia en Inglés de forma estable hasta el día de hoy. Con la aprobación de su inclusión en el plan de plurilingüismo nuevamente para el año académico 2019/2020, el próximo curso se cumplirá una década ininterrumpida de impartición de dicha docencia. Un buen momento para hacer balance de lo conseguido hasta ahora, evaluando la satisfacción del alumnado que ha cursado dicha asignatura a lo largo de los últimos años.

Conviene puntualizar que la matrícula en dicha asignatura hasta ahora se había limitado mediante *numerus clausus* muy reducidos a únicamente 25 estudiantes, para así completar un solo grupo de docencia magistral, seminarios, prácticas de aula y prácticas de laboratorio. Esta medida fue debida principalmente a que la gestión de dicha docencia es bastante compleja. El grupo llamado «de Inglés» se compone a su vez de estudiantes provenientes tanto de los grupos de Castellano como de Euskera en el resto de asignaturas, con las dificultades que ello acarrea en la asignación de horarios y aulas, que deben ser compatibles entre los distintos grupos. Igualmente, las/los estudiantes que elegían matricularse en una asignatura determinada en Inglés en un determinado curso, podían o no elegir matricularse voluntariamente en Inglés de otras asignaturas que formasen parte de la oferta del plan docente de plurilingüismo durante dicho curso. Ello contribuía a complicar notablemente la casuística, dado que no existía un grupo de Inglés único y estable como tal, sino múltiples grupos de Inglés diferenciados, tantos como asignaturas se ofertasen en este idioma para cada curso. Por razones de requisitos de matrícula mínima de alumnado, la implantación de asignaturas en Inglés en la Facultad de Medicina y Enfermería (FME) de la UPV/EHU se restringió a los Grados de Medicina y Enfermería en la sección de

Leioa, que son los que tenían un mayor volumen de alumnado potencialmente interesado en cursar estas asignaturas.

El matricularse en grupos de Inglés no fue exactamente cómodo para el alumnado, que debía estar constantemente consultando horarios diferenciados y cambiando de grupos y aulas para cada asignatura, según el idioma de impartición. Durante varios cursos y debido a la alta ocupación de laboratorios docentes ello supuso incluso el tener que desplazarse a los peores horarios a la tarde para realizar sus prácticas. No obstante, y a pesar de las limitaciones, todos los años invariablemente se agotaban las 25 plazas disponibles para la asignatura *Cellular Biology* dentro de las primeras horas del primer día de periodo de matrícula, lo que daba una idea de la fuerte demanda existente de esta docencia por parte del alumnado. La impresión ante este dato era que los y las estudiantes de Medicina de la UPV/EHU valoraban positivamente el hecho de recibir docencia en Inglés en la facultad. Para obtener más información a este respecto, se decidió realizar formalmente una encuesta de opinión al alumnado que en los últimos años había cursado esta asignatura.

## Métodos

Se realizó una encuesta a estudiantes del Grado en Medicina que a lo largo de los cinco últimos años cursaron la asignatura *Cellular Biology* (básica de rama de primer curso; 6 ECTS) en idioma Inglés. En dicha encuesta, se les preguntó su grado de acuerdo o desacuerdo con distintas aseveraciones relacionadas con la percibida utilidad de cursar esta asignatura en Inglés, así como con aspectos prácticos relacionados con dicha docencia. Para favorecer una mayor toma de compromiso en las respuestas emitidas, se les ofreció una escala de puntuación de uno a cuatro, evitando grados intermedios, donde 1: totalmente en desacuerdo; 2: en desacuerdo; 3: de acuerdo; 4: totalmente de acuerdo. La encuesta se realizó en el segundo semestre del año 2018. En total, respondieron 75 estudiantes, que representaron exactamente las tres quintas partes del alumnado que a lo largo de los últimos cinco años había cursado la asignatura. Salvo contadas excepciones, la práctica totalidad del alumnado matriculado era de origen local o estatal, y no tenía el Inglés como lengua materna.

## Resultados

Los resultados de la encuesta de opinión al alumnado se presentan en la siguiente tabla.

Cuestión planteada	Grado de valoración (media en escala 1-4)	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Conclusiones destacadas
In general, Cellular Biology lecturers have a good level of English	2.66	6	17	48	4	69% de acuerdo o muy de acuerdo
Lecturers show involvement and commitment in the lessons	3.16	0	4	55	16	95% de acuerdo o muy de acuerdo
I do not understand some of the lecturers when they explain in English	2.04	17	41	14	3	78% en desacuerdo o muy en desacuerdo
Cellular Biology materials, resources and bibliography are suitable and updated	3.25	1	2	49	23	96% de acuerdo o muy de acuerdo
There are available materials in English for Cellular Biology	3.6	0	2	26	47	97% de acuerdo o muy de acuerdo
Students' participation in cellular Biology is similar to the one in the subjects taught in Spanish or Basque	3.08	1	9	48	17	87% de acuerdo o muy de acuerdo
I find the evaluation more difficult in Cellular Biology taught in English	2.36	7	44	14	10	68% en desacuerdo o muy en desacuerdo
If I had the opportunity to study the subject Genetics and Developmental Biology in English, I would do it.	3.33	2	8	28	37	87% de acuerdo o muy de acuerdo
If I had the opportunity to study the subject Histology in English, I would do it.	3.12	3	17	23	32	73% de acuerdo o muy de acuerdo
I think taking subjects in English will have a positive effect in my professional future	3.35	1	9	36	31	87% de acuerdo o muy de acuerdo
Taking part in this program has improved my level of English	2.88	6	19	36	16	68% de acuerdo o muy de acuerdo
Following lessons in English has provided me with technical vocabulary and skills in English	3.41	1	6	37	33	91% de acuerdo o muy de acuerdo
My level is appropriate to follow the lessons in English	3.63	0	0	28	49	100% de acuerdo o muy de acuerdo

## Discusión y conclusiones

La asignatura *Cellular Biology* del Grado en Medicina es la que tiene una mayor trayectoria de impartición en Inglés en la totalidad de áreas de Ciencias de la Salud en los estudios de Grado de la UPV/EHU, desde su adaptación al EEES. Es una disciplina eminentemente conectada con la actividad investigadora, en la que se han producido sustanciosos e ininterrumpidos avances en el estado del conocimiento a lo largo de los últimos años. Debido a que los avances en materia de investigación se publican y comunican habitualmente en idioma Inglés, y ante la enorme cantidad de recursos bibliográficos y audiovisuales en Inglés disponibles en internet, no es de extrañar que esta sea una asignatura de especial atractivo para su impartición en este idioma. Ello parece ser percibido positivamente por parte del alumnado, que de forma casi unánime (97%) declara disponer de recursos de aprendizaje adecuados y actualizados para poder estudiar esta asignatura en Inglés. El hecho de cursar esta asignatura en un idioma distinto al materno no parece amilanar al alumnado, que, de forma unánime (100%), declara poseer un nivel apropiado de Inglés para poder seguir las clases y desarrollar las actividades de la asignatura con normalidad. Del mismo modo, la barrera idiomática no parece suponer un obstáculo para la participación en las actividades de clase y las prácticas. El 87% de los encuestados y las encuestadas declara no percibir diferencias en la implicación y participación de los y las estudiantes en el grupo de Inglés, respecto a los grupos de Euskera y Castellano. Igualmente, más de dos tercios de los/as encuestados/as (68%), no aprecian diferencias en la dificultad del sistema de evaluación entre los distintos grupos, con respecto al idioma de impartición.

En relación a la opinión del alumnado sobre su profesorado en esta asignatura, se aprecia un mayoritario reconocimiento del compromiso y esfuerzo de los docentes (95% de acuerdo o muy de acuerdo), que de forma voluntaria y sin prácticamente ningún tipo de incentivo académico, optan por ofrecer la asignatura en un tercer idioma. A pesar de la dificultad que acarrea preparar las actividades y desarrollar las clases en un idioma que no es el propio, se entiende que ello es algo bueno para las/los estudiantes, para la Facultad y para la Universidad. Particularmente se echan en falta programas institucionales de incentivos académicos para animar al profesorado a impartir docencia en Inglés. Tal y como se premian hoy día la excelencia docente (programa Docentiaz) y la excelencia investigadora (tesis dirigidas, sexenios) en el Plan de Dedicación Académica de la UPV/EHU, sería tal vez interesante también plantear la inclusión de docencia en idiomas no oficiales como concepto de descargo docente, por el efecto sumamente positivo que ello tendría de cara a favorecer la internacionalización, al menos en el área de Ciencias de la Salud. Es probable que muchos docentes de estas disciplinas acreditados/as para la docencia en Inglés pero que a día de hoy no ejercen dicha docencia (Vicerrectorado de Relaciones Internacionales UPV/EHU, 2019), cambiasen su opinión si ello les proporcionara algún tipo de reconocimiento académico o institucional más tangible.

A pesar de que la totalidad del alumnado encuestado declara poseer un nivel de Inglés adecuado a efectos de cursar la asignatura, la opinión es que el mero hecho de cursarla ha tenido también un efecto positivo en la mejora de su nivel general de Inglés. Es esta una afirmación con la que están de acuerdo más de los dos tercios (68%) de los/as encuestados/as. Particularmente, se aprecia el efecto positivo en la adquisición de vocabulario y expresiones técnicas en Inglés (91% de acuerdo). Ello puede considerarse la consecuencia lógica del desempeño cotidiano en la asignatura. Respecto al nivel de Inglés del profesorado, más de

dos tercios de las respuestas (69%) declaran que éste es suficientemente bueno para la docencia de la asignatura, si bien una proporción de los encuestados/as (22%) refiere haber tenido en alguna ocasión problemas de comprensión de algunas de las explicaciones. Sin embargo, a tenor de lo comentado en las respuestas anteriores, ello no parece haber tenido un efecto claramente negativo en la evaluación ni en la participación en la asignatura.

Con la entrada de la UPV/EHU en el EEES en el curso 2010/2011, cambiaron, entre otros, los planes de estudios, que debieron reajustarse a la normativa comunitaria. Ello abrió también oportunidades sin precedentes en el campo de la internacionalización universitaria en el EEES, por cuanto a que planes de estudios hasta entonces muy dispares entre distintos países de la Unión Europea (UE) podrían a partir de ese momento homologarse mediante el sistema común de European Credit Transfer System (ECTS). Sin embargo, la FME de la UPV/EHU, que hasta el curso 2017/2018 constaba de la antigua Facultad de Medicina y Odontología y las dos antiguas Escuelas de Enfermería de Bizkaia y Gipuzkoa, todavía no ha conseguido aprovechar plenamente la entrada en vigor del *Plan Bolonia* para dar un pleno impulso al programa de movilidad europeo Erasmus+, a pesar de la progresiva mejora en la consecución de nuevos convenios de intercambio con un número creciente de universidades y países del EEES a lo largo de los últimos años. Esta situación contrasta fuertemente con el hecho de que España, junto con Francia y Alemania, está en el top 3 de países de la Unión Europea que más alumnado saliente emiten anualmente bajo el programa Erasmus+, por encima de los 40.000 estudiantes anuales (European Commission 2018). Igualmente España es también y desde hace ya bastante tiempo el destino preferido por excelencia para el alumnado extranjero de universidades de países adscritos al programa Erasmus+, superando la barrera de 48.000 estudiantes recibidos en el curso 2016/2017 (European Commission 2018; Pérez-Encinas y cols. 2017). Sin embargo, llama la atención que en un contexto mantenido en el tiempo de una alta movilidad en Educación Superior a nivel estatal, las facultades del ámbito de Ciencias de la Salud de la UPV/EHU no hayan aprovechado esta circunstancia para el establecimiento de un mayor número de convenios Erasmus+ de intercambio bilateral de estudiantes y profesorado con otras universidades del EEES. Como anteriores estudios apuntaban, es posible que esta notable discrepancia se explique por las dificultades específicas que plantea la introducción del idioma Inglés en los planes de estudios en Educación Superior en la CAPV (Doiz y cols. 2011), que se verían incrementadas notablemente en un contexto de prácticas clínicas con pacientes reales en los Hospitales Universitarios o Centros de Salud asociados.

Un factor decisivo en el éxito de las negociaciones y la gestión de convenios Erasmus+ es el grado de implantación de docencia en Inglés en los respectivos planes de estudios. Ello facilita sobremanera los intercambios académicos, debido a que el Inglés es actualmente una lengua extranjera dominada por una gran proporción del alumnado y del profesorado de la UPV/EHU, así como de otras universidades del EEES. A pesar de las posibilidades que ofrece actualmente la existente capacidad teórica para impartición de titulaciones en programa multilingüe Castellano/Euskera/Inglés, con un 21.76% del profesorado acreditado (nivel C1) para la impartición de docencia en Inglés en el conjunto de la UPV/EHU (Vice-rectorado de Relaciones Internacionales UPV/EHU 2019), la realidad concreta es que, a día de hoy, al menos en la FME de la UPV/EHU el número de convenios bilaterales vigentes para programas de intercambio académico estudiantil con universidades de países de habla hispana (España y Latinoamérica) sigue superando ampliamente al número de convenios vigentes dentro del programa Erasmus+. Este desequilibrio es especialmente exacerbado en

algunas áreas concretas como los Grados de Enfermería en los Campus de Leioa y Donostia, que cuentan aún con un número muy escaso ( $\leq 10$ ) de convenios de movilidad Erasmus+ en sus respectivas secciones (datos septiembre 2018). Esta situación nos plantea una clara oportunidad de mejora, debido a la amplia posibilidad de sinergias académicas (investigadoras y docentes) que supone para la FME y otras facultades de la UPV/EHU el estar dentro del EEES.

A lo largo de esta década de impartición, la asignatura *Cellular Biology* no ha tenido prácticamente impacto en favorecer la implantación del programa Erasmus+ en el Grado en Medicina de la UPV/EHU. Ello puede considerarse algo dentro de la normalidad, porque se trata de una asignatura básica de primer curso de grado, que ya suele traer cursada el alumnado de movilidad entrante en sus universidades de origen. Habitualmente los/las estudiantes visitantes suelen optar a participar en programas de movilidad a partir de 2.º-3.º curso de grado y por lo tanto la asignatura *Cellular Biology* no tiene prácticamente demanda de matrícula entre este colectivo. Sin embargo, es de resaltar que las asignaturas que se imparten en los primeros cursos de los grados tienen un efecto positivo en favorecer la internacionalización «desde casa», entre el alumnado propio que comprueba en primera persona que posee los recursos y habilidades necesarias para su desempeño académico en idioma Inglés, lo cual favorecerá su deseo de participar en programas de movilidad como Erasmus+ en un futuro. En este sentido, una gran mayoría de estudiantes que respondieron esta encuesta (87%) declaran que el haber cursado esta asignatura en Inglés en su opinión tendrá un efecto positivo en su futuro profesional, quedando también patente su interés en recibir docencia en Inglés en otras asignaturas del grado relacionadas con el área de conocimiento. En concreto, el 87% declara que, de tener la oportunidad, se matricularía en Inglés en la asignatura Genética y Biología del Desarrollo (primer curso del Grado en Medicina) y el 73% haría lo propio con la asignatura de Histología Básica (segundo curso del Grado en Medicina). Ambas asignaturas son impartidas por el Departamento de Biología Celular e Histología de la UPV/EHU, con personal suficiente acreditado para poder impartir dicha docencia en Inglés. De momento y ante los resultados de aceptación positiva por parte del alumnado, el Departamento de Biología Celular e Histología, con la aprobación del Decanato de la FME y el Vicerrectorado de Relaciones Internacionales de la UPV/EHU, decidió recientemente duplicar el cupo de matrícula ofertada para la asignatura *Cellular Biology*, desde 25 a 50 plazas, a partir del próximo curso 2019/2020.

En resumen, podemos argumentar, basándonos en los resultados de la encuesta, que la asignatura *Cellular Biology* ha tenido una amplia aceptación entre el alumnado matriculado, que percibe un efecto beneficioso de recibir esta docencia en Inglés, lo cual ha eventualmente motivado una duplicación de la oferta existente a partir del próximo curso 2019/2020. Este hecho no ha impedido sin embargo que todas las plazas disponibles (50, en este caso) para la asignatura *Cellular Biology* se hayan vuelto nuevamente a agotar en el primer turno de matriculación (datos Decanato de la FME UPV/EHU a 19 julio 2019). Por lo tanto, sería de esperar que de añadirse nuevas asignaturas relacionadas a la oferta del plan de plurilingüismo de la UPV/EHU, es muy probable que éstas también agoten su cupo anual de matrícula.

Finalmente, sería deseable que a nivel institucional se creen y fomenten las condiciones adecuadas para promover un aumento de la oferta docente en idioma Inglés en el área de Ciencias de la Salud en la UPV/EHU. En un contexto de limitación presupuestaria como el actual, una alternativa sin coste económico alguno en forma de contratación de nuevo pro-

fesorado supondría la implantación del programa *English Friendly Courses* en la totalidad de estudios de grado, que permitiría al alumnado visitante la posibilidad de recibir tutorías e incluso realizar exámenes en idioma Inglés, a pesar de que las clases se impartan en el idioma local. Esta última es una innovación que está siendo acogida de muy buen grado entre los potenciales socios del programa Erasmus+, y que en la FME de la UPV/EHU se lleva poniendo en práctica, al menos de forma parcial, en el ámbito concreto de las prácticas clínicas.

## Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a todo el profesorado del Departamento de Biología Celular e Histología que ha contribuido y participado en la docencia en Inglés de la asignatura *Cellular Biology* a lo largo de esta última década. En concreto a las profesoras Alicia García de Galdeano, Noelia Andollo, Elvira Olaso, y Beatriz Arteta. Igualmente, agradecemos a todo el alumnado de la asignatura que ha participado en la encuesta.

## Bibliografía

- Alonso-Alconada D, Ibarretxe G, Álvarez A, Hilario E. Evolución en la Implantación de Programas Plurilingües en la Oferta Docente Universitaria. *XV Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y la Docencia en la Educación Superior (FECIES)*, 2018 pp:1397-1403 ISBN: 978-84-09-02098-0 .
- Decreto 274/2017, de 19 de diciembre, de implantación y supresión de las enseñanzas universitarias oficiales conducentes a la obtención de los títulos de Grado, Máster y Doctorado. 28 de diciembre de 2017; *Boletín Oficial del País Vasco (UPV/EHU)*, n.º 246. *Disposiciones Generales. Departamento de Educación. Gobierno Vasco / Eusko Jaurlaritza*. <https://www.euskadi.eus/bopv2/datos/2017/12/1706261a.pdf>.
- Doiz A, Lasagabaster D, Sierra JM. Internasionalisation, multilingualism and English-medium instruction. *World Englishes*, 2011 30(3): 345-359.
- Erasmus+ Annual Report 2017. Statistical Annex. *European Commission. Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture*, 2018. ISBN: 978-92-79-96722-1
- Hilario E, Álvarez A, Ibarretxe G, Alonso-Alconada A. Avances en la Docencia en Inglés en la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU). *XV Foro Internacional sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y la Docencia en la Educación Superior (FECIES)*, 2018 pp: 635. ISBN: 978-84-09-02099-7.
- Plan de Internacionalización de la formación en la UPV/EHU. *Vicerrectorado de Coordinación y Relaciones Internacionales UPV/EHU*, 2019. <https://www.ehu.eus/documents/2099535/12433190/Plan-internacionalizacion-de-la-formacion-UPV-EHU.pdf/c4b3604d-d26d-2952-973c-3cddeef29f5a>.
- Pérez-Encinas A, Howard L, Rumbley LE, De Wit H. The Internasionalisation of Higher Education in Spain. *Spanish Service for the Internationalisation of Education (SEPIE)*, 2017. NIPO: 040-17-021-7.

## Capítulo 18

# ¿Qué hacen después del Grado los Egresados y Egresadas de los Grados de Biotecnología y de Bioquímica de la Universitat de Barcelona?

Manuel Reina del Pozo<sup>1,\*</sup>, Claudia Müller-Sánchez<sup>1</sup>, Begoña Campos Bonilla<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sección de Biología Celular, Departamento Biología Celular, Fisiología e Inmunología, Facultad de Biología, Universitat de Barcelona, Barcelona, España

<sup>2</sup> Departamento de Fundamentos Clínicos, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universitat de Barcelona, Barcelona, España

**Resumen:** Con frecuencia nos han hecho, como docentes, la pregunta «¿qué puedo hacer después de terminar el grado/master/doctorado?», y como docentes hemos respondido con la mejor voluntad en función de nuestra experiencia. Este estudio surge de la curiosidad por la trayectoria profesional que hayan podido seguir los egresados y egresadas de los Grados de Bioquímica y Biotecnología de la Universitat de Barcelona, y por el interés en poder dar una respuesta más amplia, completa y documentada a esa pregunta. Se ha basado en la recogida de información mediante encuesta de las trayectorias profesionales de 393 egresados y egresadas de 451 (87,1%) que se graduaron entre 2012 y 2016. Se usaron principalmente preguntas abiertas, en las que se pedía al alumnado egresado que explicaran lo que hacía en ese momento, y cómo habían llegado a ello. Los resultados presentaron varias sorpresas. La primera es que más del 80% del alumnado egresado dice dedicarse profesionalmente a actividades relacionadas con lo que han estudiado, de que alrededor del 80% cursan estudios de postgrado, con un 23% de tipo industrial y profesionalizadores, y que alrededor del 40% del grupo cursan un doctorado. No ha sido un estudio ni fácil ni rápido, pero una vez realizado el sondeo y el análisis de toda la información pensamos que aporta una visión muy rica de lo que los egresados y egresadas que salen de nuestras aulas son capaces de hacer.

**Palabras clave:** salidas profesionales; egresados y egresadas; ocupabilidad, empleabilidad.

---

\* Dirección de correspondencia a: Manuel Reina del Pozo, Sección de Biología Celular, Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología, Facultad de Biología, Universitat de Barcelona, Avda Diagonal 645, 08028 Barcelona. España. Tel.: +34-93-4021630. Fax: +34-93-4039607. Email: mreina@ub.edu - (<http://orcid.org/0000-0002-0701-200X>).

**Abstract:** For instructors, it is often the case that we are inquired about ‘what can I do after finishing my (degree / master/ doctorate) studies?’ and as academic people we answer with the best will based on our experience. This study derived from the curiosity of lecturers about the professional career followed by the graduates of the degrees of Biochemistry and Biotechnology of the University of Barcelona, and the interest in providing a more comprehensive and documented response to this question. The work was based on the gathering of information by means of a survey of the professional careers of 393 graduates of the 451 (87.1%) who graduated between 2012 and 2016. Open questions were mainly used, in which the graduates were asked to explain what they were doing at that moment, and how they had arrived at it. The results showed several surprises. The first was that more than 80% of the graduates reported that they worked in jobs related to what they had studied. The second surprise was that about 80% of the graduates were pursuing postgraduate studies, 23% of which were industrial and professional programs, and about 40% of the graduates were studying a PhD. In addition, they were very international graduates: more than 20% of the graduates were studying or working abroad, especially in Europe, in all kinds of scientific, technological and industrial activities and in the business world. It was not an easy or quick study, although after the survey and the analysis of all the information were done, we think that it provides a very thorough vision of what the graduates that leave our classrooms are capable of doing.

**Keywords:** Professional outings; graduates; occupability; employability.

## Introducción

¿A qué profesor o profesora universitaria no se le ha preguntado alguna vez por las salidas profesionales posibles una vez terminado el Grado, la Licenciatura, el Master, el Doctorado? Al profesorado de nuestro grupo nos lo han preguntado en numerosas ocasiones, y, como docentes, les hemos aconsejado y orientado hacia las salidas profesionales que conocemos más, en el ámbito de la docencia o de la investigación mayoritariamente, aunque hay muchas más.

Este estudio se centra en el devenir de los egresados y egresadas de los Grados de Bioquímica y de Biotecnología de la Universitat de Barcelona. Estos Grados se diseñaron a raíz de la reforma de Bolonia para ofrecer nuevos perfiles profesionales y sus primeras promociones se graduaron en el curso 2011-2012. Detrás de esta reforma de los planes de estudio estaba la idea de mejorar la empleabilidad, pero en el ámbito de las ciencias experimentales las salidas laborales no están marcadas, o reguladas, por colegios profesionales.

La razón de realizar este estudio se inicia en Marzo de 2017 cuando MR fue invitado por un compañero de otra universidad española a dar una conferencia, sobre diversos aspectos de su trabajo y, pocos días antes de la fecha prevista, le añadió otro cometido: ¿te importaría además explicar a mis estudiantes cuales son las salidas profesionales que tienen tus estudiantes?

En el momento de recibir la propuesta ésta le pareció bien y, de manera confiada, dijo que sí, pero a las pocas horas, cuando se dio cuenta de a lo que acababa de comprometerse estaba buscando desesperadamente información sobre qué es lo que hacían realmente sus estudiantes una vez se graduaban, confiando en que la Universidad u otro organismo tendría información al respecto.

La búsqueda de información o estudios sobre ese tema en las oficinas de estudiantes, o similares, de la Universitat de Barcelona, le permitió confirmar lo que sospechaba: la institución no tiene información veraz de lo que hacen sus egresados y egresadas. La Universitat de Barcelona realiza regularmente encuestas de opinión entre el alumnado matriculado en grados y masters, pero no realiza un seguimiento de las personas egresadas una vez obtienen la titulación (ver ref encuestas de egresados y egresadas de la UB). Por tanto, desconoce a que se dedican, donde viven y trabajan y como han llegado a ello.

Buscando en otros organismos del entorno, como por ejemplo AQU (Agència de la Qualitat Universitaria, de la Generalitat de Catalunya) se encontró algo de la información buscada en los resultados de las encuestas de ocupabilidad de los graduados y graduadas universitarias (ver ref: EUC Dades). Sin embargo, estos informes contienen poca información relevante de interés para el egresado que quiera orientar su futuro laboral y conocer las salidas profesionales reales que han seguido los que le han precedido.

Así pues, disponiendo solo de 2 o 3 días, MR inició una búsqueda desenfadada de información partiendo de las listas del alumnado de las asignaturas que impartió a esas promociones, aproximadamente 215 estudiantes de biotecnología que se habían graduado entre 2012 y 2015, basándose en dos fuentes. La primera fueron las redes sociales, especialmente LinkedIn y Facebook. Esto permitió localizar a unas pocas decenas de egresados y egresadas y sus direcciones de email, así como información sobre la posición profesional, y algunos detalles de sus trayectorias profesionales. La segunda fueron los emails de respuesta a aproxi-

madamente 70 personas de las que había conseguido direcciones email, o bien aún mantenía contacto profesional. Fueron extraordinariamente generosas respondiendo a las preguntas con entusiasmo y dando detalles de su situación actual y de la trayectoria que habían seguido después de graduarse. De este modo se consiguió recoger información de 64 egresados y egresadas. Finalmente, con esa información pudo impartir una charla sobre lo que hacían sus estudiantes después de graduarse en la que pareció que sabía de lo que hablaba, tal como se le había pedido.

Este primer estudio reveló algunas sorpresas. Contrariamente a la idea que teníamos de que serían relativamente pocos los/las estudiantes que se estarían dedicando profesionalmente a lo que habían estudiado, siendo muy optimistas, quizás del 20 a 30%, los datos nos decían que eran muchos más ¿70%? ¿80%?. Con la información de que se disponía era difícil precisarlo, pues los datos recogidos eran escasos, quizás poco representativos de toda la población de interés y poco robustos. Por otra parte, la variedad de actividades profesionales que surgieron fue impactante, pues los que respondieron estaban haciendo trabajos muy interesantes en centros de investigación, en empresas, en organismos nacionales e internacionales... haciendo investigación, pero también en empresas haciendo gestión de la calidad, gestión de procesos, marketing, control de producción... muchas actividades de las que tenía poca o nula información. Además, de forma espontánea, un grupo de estudiantes manifestaron su agradecimiento por esta iniciativa, diciendo que desde que se habían graduado nadie de la Universidad se había puesto en contacto para saber como les iba, ningún profesor/a y menos alguien de la administración universitaria. El proyecto que aquí se presenta es un estudio más completo y sistemático y que incluye a los egresados y egresadas del Grado de Bioquímica.

El objetivo final de este estudio es conocer a que se dedicaban los egresados y egresadas y como habían llegado a la ocupación actual, para identificar perfiles profesionales y trayectorias que nos permitieran aconsejar a los/las estudiantes actuales del Grado sobre su orientación profesional. Para ello recogimos información que nos permitiera responder, entre otras, a las preguntas que se han resumido en la Tabla 1.

## Métodos

Entre mayo y julio de 2017 se realizó un sondeo dirigido al alumnado egresado de la Universitat de Barcelona. La población objetivo la componían las primeras cinco promociones del Grado de Bioquímica, de 2012 a 2016, y las cuatro primeras del Grado de Biotecnología, de 2012 a 2015. Esta diferencia en las promociones analizadas se debe a la dificultad de conseguir las listas de los egresados y egresadas de cada año. Según estas listas el total de personas egresadas fue de 451, sumando el Grado de Bioquímica (236) de las promociones de 2012 (18), 2013 (49), 2014 (59), 2015 (50) y 2016 (60), y el Grado de Biotecnología (215) de las promociones de 2012 (23), 2013 (60), 2014 (64) y 2015 (68).

El estudio se ha realizado analizando las respuestas recibidas por correo electrónico como respuestas a los correos individuales que se remitieron a cada uno de los egresados y egresadas.

Para la recogida de los datos se preparó un cuestionario de preguntas que se formularon expresamente para cubrir todos los aspectos de los objetivos específicos fijados (ver tabla 1).

Se combinaron preguntas abiertas (¿qué piensas de ...?) con preguntas cerradas (puntuía de 0 a 5 tu grado de satisfacción con ...) Las preguntas abiertas buscaban que la persona entrevistada se explicara extensamente para poder entender bien su opinión. El detalle de las preguntas enviadas se puede encontrar en el anexo 1 del Informe del Estudio en material suplementario (ver ref: Informe del Estudio).

**Tabla 1**

Preguntas a responder con el estudio de salidas profesionales de los egresados y egresadas de los Grados de Bioquímica y de Biotecnología de la Universitat de Barcelona

¿dónde están los egresados de Biotecnología?
¿a qué se dedican?
¿cuántos trabajan en temas relacionados con la biotecnología (con su formación)?
¿cuánto tardan, una vez egresados, en encontrar trabajo remunerado?
¿qué opinión tienen de su situación personal?
¿qué piensan de su formación como graduados después de entrar en el mercado laboral?
¿y de su formación de post-grado?
¿depende su opinión del tipo de actividad que realizan?
¿se han formado después de acabar el grado? ¿como? ¿dónde? ¿en qué?
¿cuántos han realizado estancias internacionales? ¿cuándo? ¿dónde?
¿qué opinión tienen de las estancias internacionales?
¿cuántos siguen la carrera académica (grado/master/doctorado)? ¿en qué temas? ¿dónde?
¿qué otras salidas profesionales existen? ¿cuáles han encontrado más fáciles/difíciles?
¿cuáles son las condiciones salariales de los egresados?

El procedimiento para contactar con este grupo de personas, una vez localizadas a través de emails conocidos por el profesor, a través de LinkedIn o de Facebook, consistió en el envío de emails personalizados y firmados por el profesor. Se enviaron diferentes tipos de emails:

1. Mensaje de contacto en el que se le informaba de la naturaleza del estudio y se le pedía permiso para enviarle el cuestionario. En este mensaje se hacía énfasis en la confidencialidad de la información aportada al estudio y se explicaba el uso que se haría de la misma.
2. Mensaje donde se enviaba el cuestionario extenso.
3. Mensajes de recordatorio para conseguir que respondiera.
4. Mensajes de aclaración pidiendo detalles de aquellos aspectos que no se consideraban suficientemente aclarados.

Los mensajes de email recibidos se almacenaron en el propio Outlook del autor de este estudio. Luego su contenido fue copiado a un fichero Word por persona encuestada. Esta información, que es considerada confidencial, ha sido accedida exclusivamente por MR.

En el periodo de muestreo se enviaron más de 3500 emails y se han recibido más de 2000. Se generaron cerca de un millar de ficheros y la información recogida ocupa 137 Mb.

Las respuestas textuales fueron revisadas individualmente para extraer los datos relevantes. A partir de ahí se decidió una codificación para cada concepto y se generó un fichero de datos anonimizados en formato Excel para compartir con el resto de autores. El análisis estadístico de los datos en Excel se realizó empleando el programa SPSS v25.0.

Por otra parte, se recogieron los comentarios que hacía cada uno de los egresados y egresadas sobre aspectos tales como ¿qué opinaba del grado cursado? ¿del profesorado? ¿del Trabajo Final de Grado? ¿de su formación de post-grado? y de muchos otros aspectos. Se está evaluando la posibilidad de hacer pública esta información tras anonimizarla.

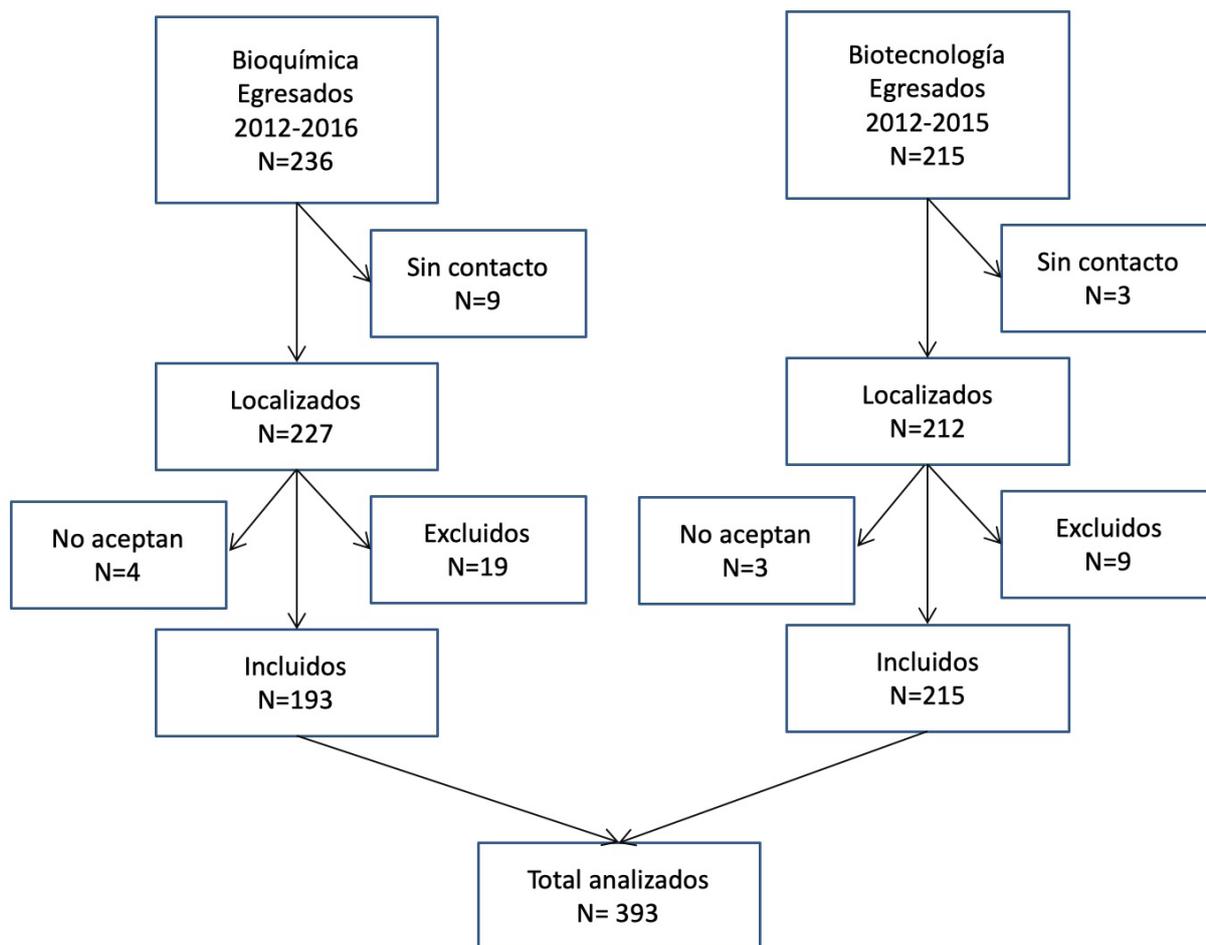
## Resultados

Una vez terminado el periodo de recogida de información se incluyeron en el estudio 393 egresados y egresadas (87,1% del total inicial) y no se han incluido 58 (12,9% del total inicial) (Figura 1). Solo se incluyeron en el estudio aquellas personas de las que se disponía de información suficiente para definir su perfil. Los motivos de exclusión fueron por una parte la ausencia de respuesta (15 casos), la negativa a participar (5 no aceptaron participar) o bien la falta de una parte significativa de la información solicitada (28 casos). La distribución por grados de los incluidos es de 193 egresados y egresadas bioquímicos y bioquímicas (81,8%) y de 200 biotecnólogos y biotecnólogas (93,0%).

En este artículo solo se recogen algunas de las observaciones realizadas en el estudio. La totalidad del análisis puede encontrarse en el Informe del Estudio que se ha depositado en el Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona (ver ref: Informe del Estudio).

Se presentarán los resultados en los bloques siguientes:

1. ¿Qué número de egresados y egresadas del GBQ y del GBT se dedican a aquello en lo que se han formado? ¿Cuál es su grado de satisfacción? ¿Dónde se encuentran en la actualidad los egresados y egresadas del GBQ y del GBT? ¿Cuáles son sus las salidas profesionales?
2. ¿Cuánto tiempo han tardado en recibir su primer salario relacionado por una actividad laboral relacionada con su formación? ¿Cuál es su situación laboral/contractual y su salario?
3. ¿Cuál es la trayectoria profesional que han seguido desde su graduación? ¿Qué número de egresados y egresadas han seguido una formación de postgrado? ¿qué proporción ha iniciado/terminado el doctorado? ¿dónde? ¿qué tipo de formación de postgrado?



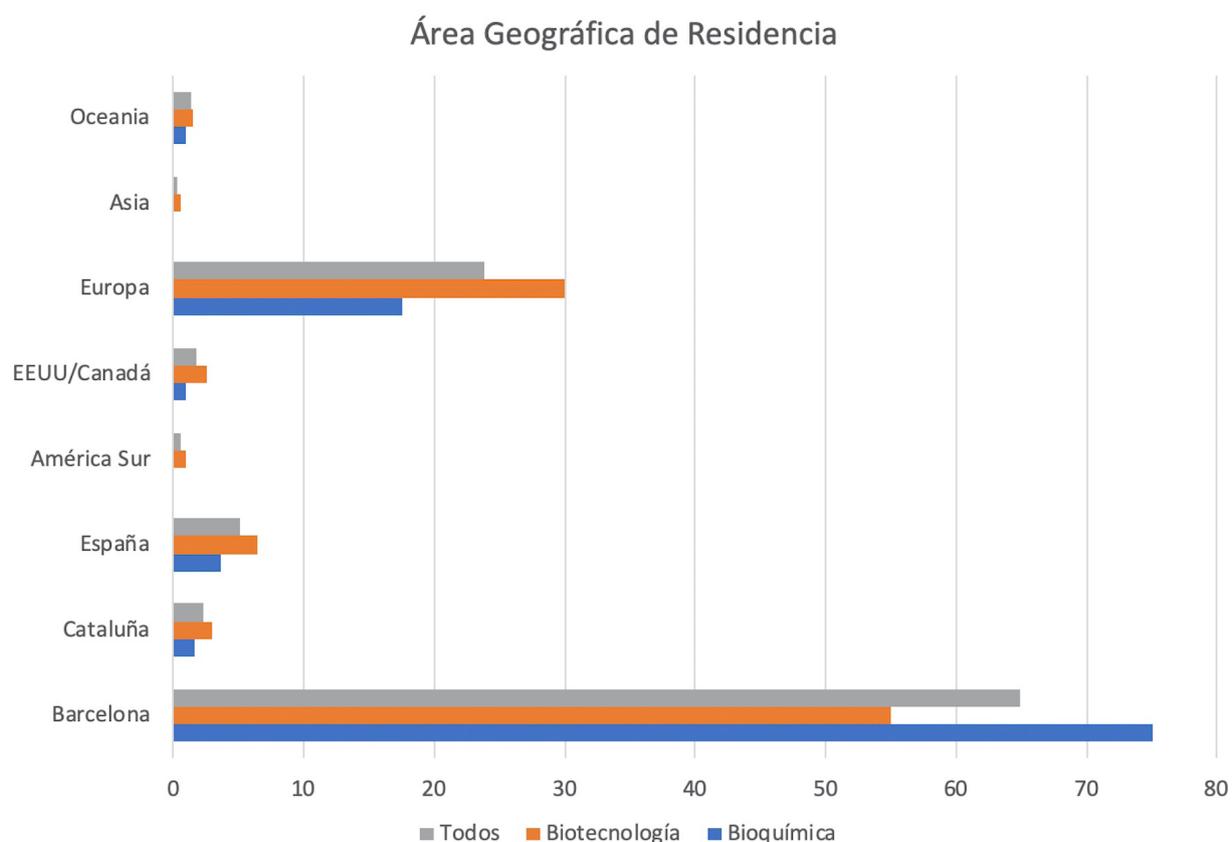
**Figura 1**

Tamaño de la población objeto del estudio,  
de la población no incluida y de la población incluida en el mismo

**Bloque 1. ¿Qué número de egresados y egresadas del GBQ y del GBT se dedican a aquello en lo que se han formado? ¿Cuál es su grado de satisfacción? ¿Dónde se encuentran en la actualidad los egresados y egresadas del GBQ y del GBT? ¿Cuáles son sus las salidas profesionales?**

De los 393 perfiles de egresados y egresadas analizados el 93,6% (368 casos) declararon alguna actividad que se consideró relacionada con su formación. Extrapolando a toda la población de interés esto supone el 81,6% del total. Entre las personas egresadas que se dedican a otras actividades hay una amplia variedad de ocupaciones en los dos grados, sin diferencias apreciables entre ambos: de viaje por Australia/sudeste asiático/Asia, danza o moda, chef en restaurantes internacionales, negocios propios o familiares, administrativo, dependientes/as en comercio.

El grado de satisfacción con su situación personal es elevado. Expresado en una escala de 0 a 5 (siendo 5 el máximo de satisfacción) fue de  $3,91 \pm 0,87$  (media  $\pm$  desviación estándar), no existiendo diferencias entre grados, aunque sí en función de otros aspectos. Por ejemplo, están más satisfechos los egresados y egresadas cuya actividad profesional está relacionada con su formación ( $3,96 \pm 0,81$ ) que aquellos cuya actividad no lo está ( $3,22 \pm 1,25$ ). Aunque el número de egresados y egresadas es pequeño, 4 y 10 respectivamente, los y las que están en Oceanía o en EEUU/Canadá manifiestan una satisfacción por su situación actual superior (Oceanía:  $4,62 \pm 0,48$ ; EEUU/Canadá:  $4,3 \pm 0,54$ ) que los y las que viven en Europa ( $4,19 \pm 0,68$ ), España ( $4,00 \pm 0,89$ ) Cataluña ( $3,95 \pm 0,68$ ) y Barcelona y su área de influencia ( $3,85 \pm 0,85$ ).



**Figura 2**

Área geográfica del lugar de residencia de los egresados y egresadas

A la pregunta de donde residen habitualmente la respuesta es muy variada y hay diferencias significativas entre los dos grados analizados (ver Figura 2). Considerado en su conjunto, el 25,4% de los egresados y egresadas vive fuera del país, viviendo en el área de Barcelona el 64%, un 2,8 en el resto de Cataluña y un 4,6% en el resto de España, un 23,9% en Europa y el 1,5% en el resto del mundo. Los y las egresadas de Biotecnología viven en mayor proporción en el extranjero (41%) que los y las de Bioquímica (18,1%). Este dato correlaciona bastante con la mayor proporción de biotecnólogos y biotecnólogas que realizaron

movilidad internacional (62% de frente al 38% de los bioquímicos y bioquímicas). En los comentarios sobre la estancia internacional, habitualmente gracias al programa ERASMUS, se suele mencionar el alto número de ofertas profesionales recibidas bien sea para continuar su formación profesional en el extranjero o bien habiendo conseguido contrato en empresas y centros de investigación. Otro elemento que justifica su opción por seguir la formación en el extranjero es el coste mucho más reducido de los masters que en España y la existencia de numerosas ayudas a modo de beca o salario que les permite independizarse de la ayuda familiar. Los países europeos que reciben más egresados y egresadas son Alemania, Holanda, Reino Unido, Dinamarca y Francia.

En relación al tipo de actividad que realizan hay que tener en cuenta que un gran número de estas personas se encuentra aún en proceso de formación pues solo han transcurrido 5 años como máximo desde la graduación. Así, es lógico encontrar una elevada proporción de estudiantes de máster (18,5% del total, con diferencias entre grados, 21,7% procedentes de Bioquímica y 15,5% de Biotecnología) y de doctorado académico (40,2%, de nuevo con diferencias entre grados, 37,1% de Bioquímica ante el 43% de Biotecnología), o industrial (1,4% del total, pero solo lo hacen los y las procedentes de Biotecnología, el 2,6%).

Pocos egresados y egresadas, en el momento de cerrar la recogida de datos, habían accedido a estatus postdoctoral (2 casos de 393 perfiles). A lo largo del periodo de elaboración de este estudio nos consta de al menos 9 egresados y egresadas que se han doctorado con éxito de los que al menos 7 continúan su carrera profesional como postdoctoral. En resumen, siguen la carrera académica el 67,7% de las personas egresadas estudiadas, (el 64,6% de Bioquímica y el 70,5% de Biotecnología).

De las actividades declaradas por los egresados y egresadas también se deduce la importancia que tiene la industria como salida profesional (para el 22,9% de los y las egresadas, 24% de los y las bioquímicas y 21,8% de los y las biotecnólogas). Esto incluye cualquier actividad no académica, tanto industrias de producción como farmacéutica, laboratorios de análisis, ... y hospitales. En el caso de los hospitales la mayoría de los egresados y egresadas realiza tareas relacionadas con la investigación, habitualmente en trabajos de máster o de doctorado, pero existen unos pocos casos de actividades típicamente hospitalarias como el asesoramiento genético, que, a pesar de las dificultades por conflicto de competencias con la profesión médica, y la gestión de ensayos clínicos, pueden ser en un futuro salidas profesionales de calidad para estos profesionales.

## **Bloque 2. ¿Cuánto tiempo han tardado en recibir su primer salario por una actividad laboral relacionada con su formación? ¿Cuál es su situación laboral/contractual y su salario?**

Un parámetro muy relevante es la remuneración que perciben los egresados y egresadas y el tipo de relación contractual que los vincula a su empleador. Aparte de los tradicionales en el mundo laboral, los recién egresados y egresadas se encuentran ante toda una panoplia de prácticas no remuneradas, becas remuneradas o no, contratos temporales, de prácticas, de formación... y también becas competitivas nacionales o internacionales y contratos indefinidos o funcionariado.

Algunos egresados y egresadas comentan que han decidido iniciar una determinada formación de postgrado con el único objetivo de poder acceder a prácticas de empresas, algunas remuneradas. Esta situación se debe a que las empresas no aceptan becarios/as para hacer prácticas si no forman parte de un programa de formación reglado (público o privado).

De esta forma algunos postgrados o másteres, especialmente en el entorno privado, se convierten en claras puertas de entrada a prácticas remuneradas que, con gran frecuencia, son la antesala de un puesto de trabajo más permanente.

La pregunta sobre el tiempo transcurrido hasta que recibieron el primer salario relacionado con su formación es importante ya que da una medida de la empleabilidad de los grados. Los egresados y egresadas que realizan una actividad relacionada con su formación tardaron algo más ( $1,21 \pm 1,13$  años) en recibir su primer salario que el grupo que se dedica a otras actividades ( $1,13 \pm 1,09$ ) aunque las diferencias no son estadísticamente significativas. Se encontraron diferencias significativas entre grados siendo las personas que han cursado Buiquímica las que empiezan antes a cobrar (una media de  $1,03 \pm 0,72$  años desde la graduación, mediana 1,00 años) que los biotecnólogos y las biotecnólogas ( $1,37 \pm 1,39$  años, mediana 1,25 años). También se detecta una reducción en el tiempo hasta el primer salario cuando comparamos en función de los años de graduación, reduciéndose el tiempo a medida que avanzan las promociones (media/mediana) (12-2,06/1,75, 13-1,77/1,75, 14-1,24/1,00, 15-0,53/0,50, 16-0,68/1,00). Esto podría ser consecuencia de la recuperación de una cierta actividad económica al dejar atrás los años más duros de la crisis económica.

La información respecto a las condiciones laborales y salariales han sido uno de los datos que los egresados y egresadas fueron más reticentes a comunicar. De las 393 personas incluidas en el estudio se dispone de información salarial en 375 casos (95%). Los valores reportados presentan una gran variabilidad, desde valores mínimos de cero (existen, especialmente en los y las egresadas más recientes, numerosas situaciones contractuales de becas sin remuneración) hasta un máximo de 90.000 €. El salario medio fue de  $20.153 \pm 13.054$  € y mediana de 18.000 €.

Hay diferencias, pero-no significativas, entre las personas que realizan actividad profesional relacionada con su formación ( $20.282,54 \pm 13.008,99$  €) que las que no ( $17.870,00 \pm 13.983,53$  €). Sin embargo, si hay diferencias significativas entre grados, siendo superior el salario de las que han cursado Biotecnología en un 21% (bioquímicos y bioquímicas  $18.193,16 \pm 12.327,71$  €, mediana 18.000 €; biotecnólogos y biotecnólogas  $22.167,57 \pm 13.499,36$  €, mediana 20.000 €). Este efecto podría deberse a la mayor internacionalización de los y las graduadas en Biotecnología ya que la remuneración de becas y contratos en el extranjero es superior al de España. Sin embargo, este es un efecto engañoso con poco impacto probablemente en el nivel de vida dado que, de la misma manera, el coste medio de la vida en esos países es también superior.

También se aprecian diferencias significativas en el salario de los egresados y egresadas en función de los años que hace que se graduaron considerados conjuntamente (Figura 3) (5 años graduados/as:  $26.807,89 \pm 10.414,60$  €, 4 años:  $24.317,78 \pm 10.354,25$  €, 3 años:  $23.011,11 \pm 13.738,78$  €, 2 años:  $17.525,00 \pm 11.538,04$  €, de vs 1 año de graduación:  $5.843,90 \pm 9.844,75$  €) con bastante casos que superan sobremanera el valor medio.

Tiene un gran efecto sobre el salario el tipo de actividad que realizan, siendo los salarios más bajos los propios de la academia (master, doctorado...) y los más elevados los de la industria.

No se encontró ninguna correlación significativa entre el salario y la calificación obtenida en el grado, el tipo de formación de postgrado seguida, u otro parámetro descriptor de la situación de la persona egresada aparte de los expuestos.

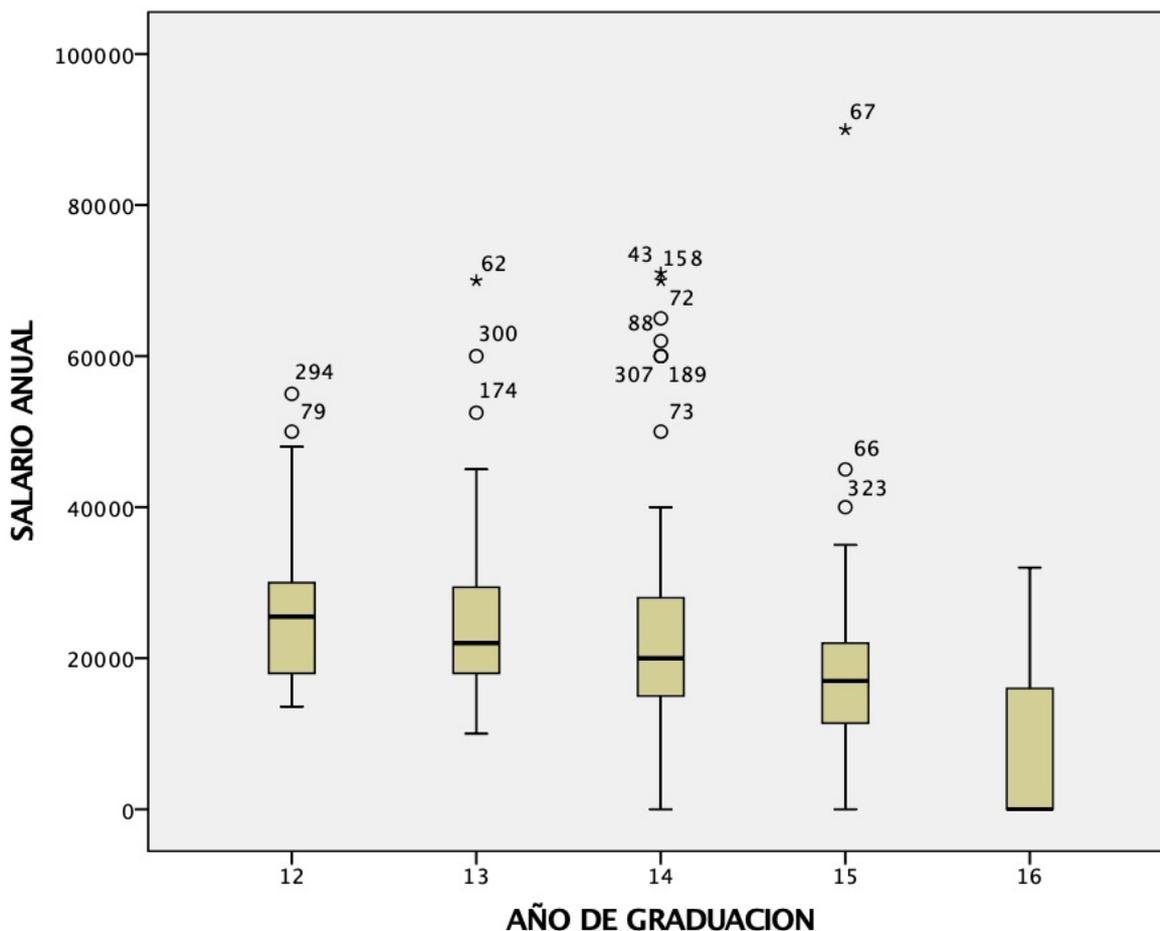


Figura 3

Salario bruto anual para los egresados y egresadas en función del año de graduación

**A** **ÁREA ACTIVIDAD ACTUAL = ACADEMIA**

**SALARIO ANUAL**

AÑOS DESDE GRADUACIÓN	N	Mediana	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
1	34	0	4194,12	8824,69	0	32000
2	54	16000	14622,22	7731,99	0	35000
3	56	18000	21553,57	13695,92	0	71000
4	51	18000	21247,06	7455,96	13600	37800
5	27	24000	24470,37	9023,04	13600	50000
Total	222	17000	17493,24	11721,97	0	71000

**B** **ÁREA ACTIVIDAD ACTUAL = I-GEST**

**SALARIO ANUAL**

AÑOS DESDE GRADUACIÓN	N	Mediana	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
1	1	11000	11000,00		11000	11000
2	17	22000	24082,35	18776,73	0	90000
3	13	26000	27692,31	14201,73	10500	70000
4	15	29400	34526,67	15369,85	20000	70000
5	3	45000	41333,33	15821,93	24000	55000
Total	49	25000	29026,53	16795,98	0	90000

**Figura 4**

Salario de los egresados y egresadas en dos áreas de actividad en función del año de graduación (A) Academia (B) Industria-área de gestión

**Bloque 3. ¿Cuál es la trayectoria profesional que han seguido los egresados y egresadas desde su graduación? ¿qué proporción tiene experiencia internacional? ¿qué proporción ha seguido una formación de postgrado? ¿dónde y en qué? ¿Qué número de estas personas egresadas ha iniciado/terminado el doctorado? ¿dónde?**

Una de las características que define a los/las estudiantes actuales es su movilidad. Esta movilidad se ha favorecido notablemente desde las Universidades y especialmente desde las instituciones europeas a través del programa ERASMUS, pero no exclusivamente. Nos planteamos qué importancia tenía la movilidad internacional y que impacto y consecuencias tenía en el devenir profesional de la persona egresada.

El 47,9% del conjunto de egresados y egresadas analizados tienen experiencia internacional, pero con fuertes diferencias entre grados: un 60% de los biotecnólogos y biotecnólogas frente al 38% de los bioquímicos y bioquímicas. Esta experiencia es mayoritariamente en Europa (51,8% de graduados/as en Biotecnología y 32% de los/las graduadas en Bioquímica) y tiene como consecuencia que la gran mayoría no vuelven a España (58% de los y las que viajan a Europa no vuelven). Las personas que se quedan en instituciones europeas se dedican más a la Academia que las que retornan o que nunca se han desplazado (76,1% frente al 52,7%), y menos a actividades relacionadas con la Industria (11,3% respecto 26,8%), lo que indica que permanecer en el extranjero facilita el seguimiento de la formación académica. Esta observación coincide con los numerosos comentarios recibidos en los que manifiestan las facilidades con las que se encuentran para hacer máster y doctorado. Las oportunidades aparecen habitualmente después de una estancia de unos pocos meses de tipo ERASMUS para hacer el TFG, que concretan en una mayor oferta, precios más bajos de los másteres, abundancia de becas y contratos, y pocas complicaciones burocráticas.

La reforma de los planes de estudio para adaptarlos al Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES), que supuso el final de las licenciaturas y el inicio de los Grados, redujo el número de cursos necesarios para la obtención de un título que habilitaba para la actividad profesional de 5 a 4, lo que ha tenido como consecuencia, en opinión de una gran parte del profesorado, una formación menor. De ahí que, en muchos casos, para poder acceder a determinadas actividades profesionales sea necesario cursar una formación especializada de master. La estructura de grados y master en la mayor parte de países europeos difiere de la adoptada en España. Es de 3 años de grado y 2 de master frente a los 4+1 de España.

El 92,6% de los egresados y egresadas incluidos hacen estudios de postgrado, y solo hay 36 personas (de 393) que dicen no haberlo hecho ni tener intención de hacerlo. Hay diferencias entre los grados pues el 99% de los biotecnólogos y biotecnólogas hace formación de postgrado ante el 89% de los bioquímicos y las bioquímicas. La gran mayoría de los postgrados se realizan en Barcelona y su área de influencia (74%) seguidos de Europa (18,3%) aunque de nuevo hay diferencias significativas entre grados pues el porcentaje de personas que hace postgrado en Barcelona es muy superior entre los y las bioquímicas (80,4%) que entre los y las biotecnólogas (69,7%). A nivel de Europa los países más escogidos son Holanda, Reino Unido y Alemania.

Respecto a qué postgrado (master) cursan los egresados y egresadas hemos podido contabilizar 82 titulaciones diferentes para los bioquímicos y las bioquímicas y 110 para los y las biotecnólogas. Es de destacar que el 14,2% de los egresados y egresadas han cursado dos o más masters. La opinión que tienen después de cursar el master es muy variable: desde las personas que consideran esencial la formación recibida a aquellas que desaconsejan el master por la poca novedad en los contenidos, la escasa organización o la calidad de la docencia o de las instalaciones. En la Tabla 2 se muestran los masters preferidos por biotecnólogos y biotecnólogas (aproximadamente por el 65%). En el anexo 8 del Informe del Estudio (ver ref: Informe del Estudio) se pueden consultar los detalles de todos los masters que han seguido los egresados y egresadas de ambos grados.

**Tabla 2**

Másteres cursados por aproximadamente el 65% de los biotecnólogos y biotecnólogas.  
 Num: num egresados y egresadas que escogen el grado, % porcentaje de egresados y egresadas,  
 % acum: porcentaje acumulado, x SPG1: media de satisfacción del grado, x STFM1: media  
 de satisfacción del TFM, CentroPostGrad1: Centro de realización del master, TInstPostGrad:  
 Tipo de institución donde se cursa el master

TPostGrad1	NombrePostGrad1	Núm.	%	% acum.	% SPG1	% STFM1	CentroPostGrad1	TInstPostGrad
M TEC	Master Biotecnología Molecular-UB	25	14,710	14,70	3,01	4,21	UB-Farmacia	UB
M TEC	Master Biomedicina-UB	15	8,824	23,50	3,27	4,07	UB-Medicina	UB
M TEC	Master Genética y Genómica-UB	8	4,706	28,20	3,13	4,25	UB-Biología	UB
M TEC	Master Neurociencias-UB-UAB-ULLEI-DA-URV	7	4,118	32,40	3,07	4,43	UB-UAB-ULL-URV	Interuniversitario
M TEC	Master Inmunología Avanzada-UB/UAB	5	2,941	35,30	3,00	4,50	UB-Biología	Interuniversitario
M IND	Master Investigación y Desarrollo de Medicamentos-UB	5	2,941	38,20	2,40	3,00	UB-Farmacia	UB
M TEC	Master Investigacion Biomédica Translacional-UB	4	2,353	40,60	2,75	4,00	VHIR-UAB	UAB
M TEC	Master Medicina Translacional-UB	4	2,353	42,90	2,63	4,50	UB-Medicina	UB
M TEC	Master Erasmus Mundus Biohealth Computing-Univ Turin-Univ Grenob	3	1,765	44,70	4,00	4,00	Univ Turin/ Univ Grenob	Interuniversitario
M TEC	Master Investigación Biomédica-UPF	3	1,765	46,50	4,50	2,67	UPF	UPF
M IND	Master Laboratorio de Análisis Clínicos-UPF	3	1,765	48,20	3,33	4,17	UPF	UPF
M IND	Master Monitorización Ensayos Clínicos-IUCT-UB	3	1,765	50,00	2,63	4,50	IUCT/UB-Biología	UB
M TEC	Master Análisis de Datos Ómicos-U VIC	2	1,176	51,20	4,75	4,75	U VIC	U CAT NO BCN
M IND	Master Bioingeniería-IQS	2	1,176	52,40	4,50	4,50	IQS	IQS
M TEC	Master Biociencias Moleculares-Univ Heidelberg	2	1,176	53,50	4,25	4,50	Univ Heidelberg	Europa
M IND	Master Biotecnología-Univ Wageningen	2	1,176	54,70	4,25	4,25	Univ Wageningen	Europa
M TEC	Master Antropología Biológica-UB-UAB	2	1,176	55,90	4,00	4,50	UB-Biología/UAB	Interuniversitario
M IND	Master Departamentos Científicos de la Industria Farmacéutica-ESAME	2	1,176	57,10	4,00	3,50	ESAME	Otros
M TEC	Master Farmacología-UAB	2	1,176	58,20	4,00	5,00	UAB	UAB
M IND	Master Análisis Laboratorio Clínico-UPF	2	1,176	59,40	3,75	3,75	UPF	UPF
M TEC	Master Bioinformática-UAB	2	1,176	60,60	3,50	4,50	UAB	UAB
M IND	Master Investigacion, Desarrollo y Control de Medicamentos-UB	2	1,176	61,80	2,50	2,50	UB	UB
M DOC	Master Formación del Profesorado de Secundaria y Bachillerato	2	1,176	62,90	2,25	3,50	UAB	UAB
M TEC	Master Genética Avanzada-UAB	2	1,176	64,10	2,25	5,00	UAB	UAB
M TEC	Master Biología Molecular. Biotecnología y Bioquímica-UAB	2	1,176	65,30	1,50	4,00	UAB	UAB

Considerando solo el primer master cursado, el área de conocimiento mayoritaria fue Biomedicina (16,9%) seguida por Biología Celular (7,1%), Genética (5,5%), Neurociencias (4,9%) Industria (4,6%) y Microbiología (3,8%). El segundo master habitualmente es más profesionalizador, bajando del 65,6% al 41,1% los masters técnicos, y del 25,7% al 12,5% los industriales y subiendo del 1,6% al 19,6% aquellos relacionados con la capacitación docente y del 4,9% al 10,7% los de negocios.

La última etapa de la formación académica es el doctorado. A partir de las respuestas recibidas se deduce que el doctorado es una etapa importante en la formación de los egresados y egresadas. De las 393 personas incluidas en el estudio 1,55 están haciendo el doctorado, lo que supone el 39,4%. Hubo otros 75 que manifestaron su interés lo que elevaría esa proporción al 58,5%. En el momento de estudio que solo constaban dos casos que, una vez empezado el doctorado, lo hubieran abandonado. También se detectaron diferencias en función del grado pues los y las biotecnólogos hacen más doctorado que los y las bioquímicas (45% respecto 33,7%), mientras que hay más bioquímicos y bioquímicas que manifiestan su interés para hacerlo en un futuro que biotecnólogos y biotecnólogas (33,2% respecto al 6%).

El doctorado es cursado mayoritariamente en Barcelona y su área de influencia, en el sistema de universidades y centros de investigación asociados (53,5%) siendo la UB la universidad escogida con mayor frecuencia (31,6%), seguida por países europeos (35,5%), con relativamente pocos estudiantes en EEUU/Canadá (1,9%) y en Oceanía (0,6%). No constan casos de doctorado en países de Asia.

En cuanto a la temática del doctorado se repite lo que ya se observó en las áreas de conocimiento de los masters. En primer lugar Biomedicina (25,8%) seguida de Biotecnología (9%), Biología Celular (8,4%), Bioquímica (7,7%), Genética (7,1%), Inmunología (6,5%), Neurociencias (5,2%)...

Es interesante destacar que existen diferencias significativas en el tiempo hasta que cobran el primer salario entre la población de egresados y egresadas que no cursan el doctorado ( $1,03 \pm 1,11$  años) frente a los que si lo hacen ( $1,46 \pm 1,11$  años). También existen claramente diferencias entre ambos grupos a nivel de la situación contractual, siendo más frecuente entre los que hacen doctorado la situación de becario/a nacional (51%), internacional (25,8%) o contrato temporal (21,3%) mientras que entre los y las que no hacen doctorado, son contrato temporal (42,4%), indefinido (22,7%) o personal becario no remunerado (11,8%).

En el momento de recoger la información de los egresados y egresadas solo dos habían terminado el doctorado y estaban realizando actividad profesional como doctores/as.

## Discusión y conclusiones

La originalidad de este estudio es que los datos se han recogido a partir de los emails re-dactados por los egresados y egresadas como respuesta a una serie de preguntas planteadas de manera muy general. Algunas personas egresadas respondían escuetamente, pocos párrafos, pero otras se extendían a lo largo de varias páginas de texto aportando numerosas matizaciones y detalles que se han intentado recoger. Este tipo de información, valiosa por los

matices, tiene por otra parte una dificultad añadida que es la de su tabulación en un formato que permita su parametrización y el análisis estadístico.

Una segunda observación respecto a los datos recogidos hace referencia a la población estudiada, en la que la promoción de 2012 es la más antigua, habiendo transcurrido solo 5 años desde su graduación. Considerando 1 año para el master y quizás 4 para el doctorado podríamos decir que pocas personas egresadas de estos grados han alcanzado un estado estable profesionalmente hablando, por el contrario, todas ellas se encuentran aún en un proceso más o menos intenso de formación. Esto coincide plenamente con la observación de que solo dos de ellas han accedido al estatus de postdoc. Sería interesante hacer este mismo análisis dentro de quizás 5 o 10 años más y ver que es lo que ha ocurrido finalmente con estos egresados y egresadas.

Lo que si podemos decir es que la información recogida ha permitido definir una serie de trayectorias profesionales, de egresados y egresadas que, por ejemplo, han decidido no hacer formación de postgrado y dedicarse a actividades no relacionadas con la formación, o que lo han hecho en un ámbito, por ejemplo el de los negocios, y que están contratados en empresas de capital riesgo, o de aquellos otros que han hecho la carrera académica y actualmente están coordinando centros de investigación internacionales. Esta diversidad de perfiles, y la información de cómo se han ido formando puede ser de gran interés para orientar a los/las estudiantes actuales que están ocupando las aulas ahora o a los que lo harán en un futuro. Y éste era, como se expuso al principio el objetivo principal del trabajo: poder responder con algo más de precisión y riqueza a la pregunta de ¿qué puedo hacer una vez termine el grado?

Hemos de reconocer que no ha sido un proceso ni fácil ni rápido. Pero una vez realizado el trabajo y el análisis de toda la información pensamos que aporta una visión muy rica de lo que los egresados y egresadas que salen de nuestras aulas son capaces de hacer.

## Agradecimientos

Queremos manifestar nuestro agradecimiento a todos los egresados y egresadas de los grados de Bioquímica y de Biotecnología de todas las promociones pasadas pues han sido muy generosos con su tiempo al responder a las muchas preguntas que les hemos planteado.

## Bibliografía

Encuestas de satisfacción de los egresados y egresadas de la Universitat de Barcelona (Gabinet Tècnic del Rectorat): [http://www.ub.edu/gtr/enquestes\\_graduats.html](http://www.ub.edu/gtr/enquestes_graduats.html).

EUC Dades-Dades del Sistema Universitari Català, (<http://estudis.aqu.cat/dades/Web/QueEs>) de AQU Catalunya (<http://www.aqu.cat/>). Se trata de una base de datos que contiene información de las diferentes posibilidades de formación universitaria que puede cursarse en Cataluña con los informes de evaluación de su calidad. En [http://www.aqu.cat/estudis/graus/index\\_es.html#.WjKjFSdW](http://www.aqu.cat/estudis/graus/index_es.html#.WjKjFSdW) se recogen los estudios de inserción laboral de graduados y graduadas de las universidades catalanas.

Informe del Estudio. Depositado en el Dipòsit Digital de la UB (<http://diposit.ub.edu/dspace/>): <http://hdl.handle.net/2445/132268>.

## Image legends

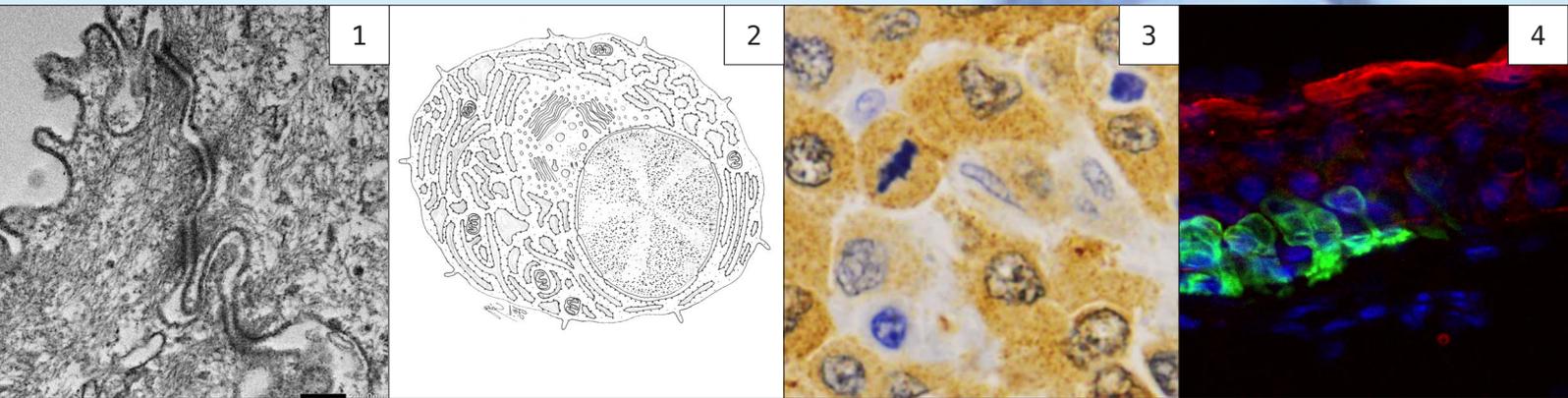
### Cover:

Background: Human epidermal melanocyte isolated from dark pigmented neonatal foreskin. Phase Contrast Microscopy, 20x. Courtesy of Melanoma i+D Group.

1. Primary culture of human melanocytes isolated from a nevus biopsy. Immunofluorescent staining for MelanA, 10X. Courtesy of Melanoma i+D Group.
2. Human sebaceous and eccrine sweat glands from a biopsy of a melanoma patient. Haematoxylin and eosin staining, 100µm. Courtesy of Melanoma i+D Group.
3. Human corneal epithelial cells cultured with human serum. SEM. 1600x. Courtesy of Noelia Andollo.

### Back cover:

1. Desmosomes in amniotic membrane. TEM. Scale bar, 200 µm. Courtesy of Noelia Andollo.
2. Drawing of a Plasmatic cell. Courtesy of Francisco José Sáez.
3. Human melanoma biopsy. Immunohistochemical staining for PIRIN, 80x. Courtesy of Melanoma i+D Group.
4. Limbal progenitor cells (green) and differentiated corneal epithelial cells (red) in the human limbal corneal epithelium. Immunofluorescent staining for CK15 and CK12, respectively, 40x. Courtesy of Noelia Andollo.



**Zabalduz**

Jardunaldi, kongresu, sinposio, hitzaldi eta omenaldien argitalpenak

Publicaciones de jornadas, congresos, simposiums, conferencias y homenajes

INFORMAZIOA ETA ESKARIAK • INFORMACIÓN Y PEDIDOS

UPV/EHUko Argitalpen Zerbitzua • Servicio Editorial de la UPV/EHU  
argitaletxea@ehu.eus • editorial@ehu.eus

1397 Posta Rutzatila - 48080 Bilbo • Apartado 1397 - 48080 Bilbo  
Tfn.: 94 601 2227 • www.ehu.eus/argitalpenak

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea