


La docencia de la Biología Celular en la
universidad.

Un recorrido a través de distintas experiencias

VNIVERSITAT  VALÈNCIA

La docencia de la Biología Celular en la universidad.

Un recorrido a través de distintas experiencias

Mario Durán

M^a Micaela Molina

Xavier Ponsoda (eds)



Esta obra está bajo una licencia
Atribución-NoComercial-SinDerivados 4.0 Internacional

Esta licencia permite copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, bajo los siguientes términos:

ⓘ Atribución. Debe Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.

Ⓞ NoComercial. No puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).

Ⓜ SinDerivados. Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

© De los contenidos: las autoras y los autores, 2025

© De esta edición: Universitat de València, 2025

Título: *La docencia de la Biología Celular en la universidad. Un recorrido a través de distintas experiencias*

Primera edición: mayo de 2025

Coordinación del libro: Mario Durán, M^a Micaela Molina y Xavier Ponsoda

Ilustración de la portada: Unitat de Web i Màrqueting de la Universitat de València

ISBN: 978-84-9133-793-5

DOI: <https://doi.org/10.7203/PUV-OA-9788491337935>

Publicacions de la Universitat de València, maig de 2025

CONTENIDO

INDICE DE AUTORES.....	<i>iii</i>
PRESENTACIÓN DE LA OBRA.....	<i>ix</i>
Optimización del aprendizaje en biología celular: docencia vs. inteligencia artificial	1
ACIERTAS: Aprendizaje de las Ciencias por Indagación En Redes Transversales colaborativAS	9
“Sin células no hay Nobel”: divulgación científica e igualdad de género en la enseñanza biomédica.....	17
Escape Rooms de Histología Especial como herramienta de mejora del aprendizaje.....	27
Histogram_CR. Uso de las redes sociales para favorecer el aprendizaje práctico del alumnado de la asignatura de Histología en la Facultad de Medicina de Ciudad Real	37
Actividades de lectura enriquecida como estrategia motivadora para el aprendizaje colaborativo basado en “Just in time teaching”	49
La utilidad de los vídeos en la docencia universitaria: análisis retrospectivo de la respuesta del alumnado y reflexiones.....	63
Hacer visible lo invisible: realidad aumentada en la biología del desarrollo	71
histoApS, un microscopio virtual avanzado	83
Uso de preparaciones histológicas virtuales en la docencia universitaria en el Área de Biología Celular	95
“La Fábrica de Proteínas” ¡la mejor forma de aprender jugando!.....	101
Microscopía al alcance de todos: Innovación en la enseñanza para un aprendizaje ubicuo en Biología Celular e Histología	109
Los GIFs enmarcados en un proyecto colaborativo interdepartamental entre Fisiología y Biología Celular.....	121
Explorando la realidad virtual y modelos 3D para una enseñanza universitaria de la Biología Celular en el grado de Medicina.	129
Los mapas conceptuales como metodología didáctica interactiva para el estudio de la Biología Celular	137
Influencers educativos: la transformación de las redes sociales en herramientas de aprendizaje en el entorno universitario	149

ÍNDICE DE AUTORES

Agudo Bernal, F.J. <i>Universidad de Valladolid</i>	27
Aguilella, A. <i>Universitat de València</i>	83
Alcaín-Tejada, F.J. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	37
Ana Blas, A. <i>Universitat de València</i>	121
Antuña, E. <i>Universidad de Oviedo</i>	71, 109
Arenas, Y. <i>Universitat de València</i>	129, 149
Aura Tormos, J.I. <i>Universitat de València</i>	1
Ballesteros Yáñez, I. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	49
Ballestín, R. <i>Fundación Fisabio</i>	83
Bouzas Mosquera, M.C. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	49
Boyano Lopez, M.B. <i>UPV/EHU y IIS Biobizkaia</i>	17
Caballero, B. <i>Universidad de Oviedo</i>	71, 109
Calabuig-Fariñas, S. <i>Universitat de València</i>	63, 121, 129
Carmona Torres, J.M. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	49
Carrión, M. <i>Universidad Complutense de Madrid</i>	137
Casanova, P. <i>Universitat de València</i>	129, 149
Castillo Sarmiento, C.A. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	49
Cernuda Cernuda, R. <i>Universidad de Oviedo</i>	95
Cobo Cuenca, A.I. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	49
Conejero-Ortega, N. <i>Universitat de València</i>	83
Coto-Montes, A. <i>Universidad de Oviedo</i>	71, 109
Cutillas, S. <i>Universitat de València</i>	83
Domínguez, R. <i>Universidad Complutense de Madrid</i>	83
Durán-Prado, M. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	37, 49
Fairén, E. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	49
Fernández-Messina, L. <i>Universidad Complutense de Madrid</i>	137
Frontiñán Rubio, J. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	37, 49
Gallego Muñoz, P. <i>Universidad de Valladolid</i>	27
García-Forner, A. <i>Universitat de València</i>	83
García-González, C. <i>Universidad de Oviedo</i>	71

García-Verdugo, J.M. <i>Universitat de València</i>	83
García, M. <i>Universitat de València</i>	83
González Menéndez, P. <i>Universidad de Oviedo</i>	95
Herranz, V. <i>Universitat de València</i>	83
Hevia D. <i>Universidad de Oviedo</i>	95
Ibáñez, A. <i>Universitat de València</i>	83
Lamana, A. <i>Universidad Complutense de Madrid</i>	137
Laredo Aguilera, J.A. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	49
López Paniagua, M. <i>Universidad de Valladolid</i>	27
López-Ferreras, L. <i>Universidad de León</i>	101
López-Ginés, C. <i>Universitat de València</i>	129
Mariano Juárez, L. <i>Universidad de Extremadura</i>	49
Marín, J.P. <i>Universidad Complutense de Madrid</i>	137
Marrachelli, V.G. <i>Universitat de València</i>	149
Martín Espinosa, N.M. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	49
Martín-Grau, M. <i>Universitat de València</i>	129, 149
Martínez-Pinilla, E. <i>Universidad de Oviedo</i>	109
Mauricio, M.D. <i>Universitat de València</i>	63, 121
Mayo, J.C. <i>Universidad de Oviedo</i>	95
Mazteras Pardo, V. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	49
Megías, J. <i>Universitat de València</i>	63, 121, 129
Molina-Navarro, M.M. <i>Universitat de València</i>	83
Monleón, D. <i>Universitat de València</i>	63, 129, 149
Montoliu, C. <i>Universitat de València</i>	63, 129, 149
Morales, J.M. <i>Universitat de València</i>	63, 129
Moya, P. <i>Universitat de València</i>	83
Navarro, A. <i>Universidad de Oviedo</i>	71
Navarro, R. <i>Universitat de València</i>	149
Olmos, Y. <i>Universidad Complutense de Madrid</i>	137
Ortega, A. <i>Universidad Complutense de Madrid</i>	137
Ortiz-Gil, A. <i>Universitat de València</i>	9
Pardo-Tendero, M. <i>Universitat de València</i>	129, 149
Pascual, L. <i>Universitat de València</i>	83
Peinado Mena, J.R. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	37, 49

	v
Penas Lago, C. <i>UPV/EHU y IIS Biobizkaia</i>	17
Ponsoda, X. <i>Universitat de València</i>	83
Potes, Y. <i>Universidad de Oviedo</i>	71, 109
Quirós González, I. <i>Universidad de Oviedo</i>	95
Rabanal Ruiz, Y. <i>Universidad de Castilla-La Mancha</i>	37, 49
Rocha, G. <i>Universitat de València</i>	129, 149
Sáez, R. <i>Universitat de València</i>	83
Sáinz R.M. <i>Universidad de Oviedo</i>	95
San Miguel, T. <i>Universitat de València</i>	63, 121, 129
Serna-Garcia, M. <i>Universidad Europea de Valencia</i>	121
Serna, E. <i>Universitat de València</i>	63, 121
Torres, J. <i>Universitat de València</i>	83
Usategui Martín, R. <i>Universidad de Valladolid</i>	27
Vega-Naredo, I. <i>Universidad de Oviedo</i>	71, 109

PRESENTACIÓN DE LA OBRA

En los últimos años, la docencia en las asignaturas del área de Biología Celular en los distintos grados está sufriendo una gran transformación. Esta metamorfosis responde a una necesidad de adaptarse a un medio en el que predominan la digitalización, las metodologías innovadoras de enseñanza-aprendizaje, la gamificación y la inteligencia artificial, con el fin último de crear enfoques didácticos que trasciendan la memorización y promuevan la comprensión profunda de los procesos biológicos.

El presente libro surge para aunar múltiples y diversas experiencias didácticas en las asignaturas propias del área de Biología Celular con motivo de la celebración de las X Jornadas de Docencia en Biología Celular en Valencia los días 27 y 28 de junio del 2024 y con el objeto de reunir en un documento todos los conocimientos intercambiados presencialmente durante dichas jornadas.

En los siguientes quince capítulos se plasman abordajes metodológicos puestos en marcha como proyectos de innovación docente en diferentes facultades de Biología, Farmacia, Medicina, etc., de toda la geografía nacional, con aproximaciones que incluyen el uso de inteligencia artificial para la personalización del aprendizaje, herramientas de gamificación para fomentar el aprendizaje activo, uso de redes sociales para la interacción académica, preparaciones histológicas virtuales y realidad aumentada para la visualización de procesos biológicos complejos o modelos 3D interactivos para una mejor comprensión de estructuras celulares. Se exponen estrategias que no sólo facilitan la adquisición de conocimientos, sino que fomentan el pensamiento crítico, el trabajo autónomo, la innovación en el aprendizaje y la interacción con el profesorado de forma accesible para todo el estudiantado, siempre desde la igualdad e inclusión.

Es nuestro deseo que lo plasmado aquí sea un referente para las nuevas generaciones de docentes del área y que resulte inspirador para todo aquel que busque mejorar la docencia en Biología Celular y asignaturas afines.

Optimización del aprendizaje en biología celular: docencia vs. inteligencia artificial

Aura Tormos, J.I.

Departamento de Estomatología. Universitat de València

RESUMEN: La inteligencia artificial (IA) está revolucionando la educación al optimizar procesos de enseñanza y aprendizaje mediante herramientas como ChatGPT y Perplexity, basadas en IA generativa. Estas aplicaciones tienen la capacidad de generar contenido personalizado, facilitando la comprensión de conceptos complejos en disciplinas como la biología celular. En este contexto, la personalización del aprendizaje, el uso de simulaciones interactivas y la automatización de tareas docentes destacan como sus principales beneficios. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías plantea desafíos éticos y la necesidad de desarrollar competencias digitales en estudiantes y docentes. La integración de la IA en la docencia universitaria promete transformar el aprendizaje, pero exige un enfoque ético y colaborativo para maximizar su impacto positivo y garantizar su uso responsable.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial, Docencia, Biología Celular, Innovación Educativa

ABSTRACT: Artificial intelligence (AI) is revolutionizing education by optimizing teaching and learning processes through tools such as ChatGPT and Perplexity, based on generative AI. These applications can generate personalized content, facilitating the understanding of complex concepts in fields like cell biology. In this context, learning personalization, the use of interactive simulations, and the automation of administrative tasks stand out as their main benefits. However, implementing these technologies raises ethical challenges and highlights the need to develop digital competencies in both students and educators. The integration of AI into university teaching promises to transform education, but it requires an ethical and collaborative approach to maximize its positive impact and ensure responsible use.

KEYWORDS: Artificial Intelligence, Teaching, Cellular Biology, Educational Innovation

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) se define como un campo de la informática dedicado al desarrollo de sistemas capaces de imitar el comportamiento humano (Russell y Norvig, 2020). Su implementación en la educación ha abierto nuevas posibilidades al permitir automatizar tareas complejas y realizar procesos de

razonamiento, optimizando el aprendizaje. Una de las áreas más prometedoras es la IA generativa, que incluye herramientas como ChatGPT y Perplexity. Estas aplicaciones no solo pueden generar textos, sino que también responden a preguntas, analizan datos y ofrecen soporte educativo personalizado (Brown *et al.*, 2020). La integración de estas herramientas en disciplinas como la biología celular es especialmente relevante, dado el carácter técnico y complejo de esta área de estudio.

LEGISLACIÓN Y ÉTICA EN EL USO DE IA

El rápido avance de la inteligencia artificial (IA) ha superado las normativas existentes en muchas áreas, incluyendo la educativa, creando una brecha entre el desarrollo tecnológico y las regulaciones vigentes. La falta de un marco regulatorio específico plantea desafíos éticos y legales significativos, especialmente en el ámbito académico, donde el uso de herramientas generativas puede fomentar prácticas cuestionables como el plagio, la desinformación o el sesgo en los datos (Floridi, 2021). Para mitigar estos riesgos, es esencial que las normativas incluyan medidas destinadas a garantizar el uso responsable y ético de la IA, protegiendo tanto a los estudiantes como a los docentes. En este contexto, la Unión Europea ha liderado los esfuerzos por establecer un marco legal sólido para la IA. En 2024, la Ley Europea de Inteligencia Artificial (European AI Act) entró en vigor, marcando un hito al proporcionar un enfoque basado en riesgos para la regulación de sistemas de IA. Esta ley clasifica las aplicaciones de IA en cuatro categorías según su nivel de riesgo: inaceptable, alto, limitado y mínimo, imponiendo estrictos requisitos de transparencia, seguridad y respeto a los derechos fundamentales para los sistemas de mayor riesgo (European Commission, 2024). En el ámbito educativo, esta normativa busca garantizar que las herramientas de IA generativa utilizadas en las aulas sean confiables y no perpetúen sesgos, asegurando además la privacidad y el control de los datos de los usuarios (Floridi, 2021).

Además, el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) sigue desempeñando un papel crucial en la protección de los datos personales utilizados por aplicaciones de IA, exigiendo transparencia en su recopilación y procesamiento. Estas regulaciones son fundamentales para prevenir el mal uso de la información en contextos educativos y garantizar que las tecnologías de IA respeten los derechos de privacidad de los estudiantes y docentes (European Union, 2016).

Sin embargo, a pesar de estos avances, la implementación de marcos regulatorios sigue siendo un desafío. La diversidad de aplicaciones y la rapidez del desarrollo tecnológico dificultan la creación de normas universales que se adapten a todas las necesidades. Por ello, además de las regulaciones

existentes, se requiere un enfoque proactivo que fomente la colaboración entre legisladores, instituciones educativas y desarrolladores tecnológicos. Este enfoque permitirá garantizar la integridad y la efectividad de la IA en entornos académicos.

APLICACIONES GENERATIVAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La inteligencia artificial generativa, una de las ramas más innovadoras de la IA, está transformando la manera en que creamos, aprendemos y procesamos información. Basados en modelos avanzados de aprendizaje automático, estos sistemas son capaces de generar contenido nuevo y adaptado, como textos, imágenes y simulaciones, a partir de datos preexistentes. Esta capacidad los convierte en herramientas esenciales para la educación y disciplinas científicas como la biología celular, donde permiten abordar temas complejos de forma dinámica e interactiva. Entre las aplicaciones más destacadas se encuentran ChatGPT (OpenAI) y Perplexity AI (Perplexity), que han ganado relevancia en contextos educativos y académicos gracias a sus capacidades únicas (Brown *et al.*, 2020, OpenAI ChatGPT, 2025). Además, emergen otras herramientas relevantes como Gemini (Google) y Copilot (Microsoft), las cuales prometen expandir las posibilidades de la IA generativa en campos diversos, aunque su uso en educación aún está en fases iniciales.

ChatGPT (OpenAI) es ampliamente reconocido por facilitar el aprendizaje interactivo. Genera explicaciones claras y detalladas, lo que lo hace altamente accesible tanto para estudiantes como para docentes (Brown *et al.*, 2020). Su capacidad para adaptarse a diferentes niveles de comprensión lo convierte en una herramienta versátil para enseñar temas complejos en biología celular. Sin embargo, presenta limitaciones como la generación ocasional de información inexacta, especialmente cuando los datos de entrada son ambiguos. Además, su falta de citas confiables, a día de hoy, puede reducir su utilidad en investigaciones académicas rigurosas.

Por otro lado, Perplexity AI (Perplexity) se distingue por proporcionar respuestas basadas en múltiples fuentes verificadas, aumentando su confiabilidad, especialmente en contextos educativos donde la precisión es crucial. Su capacidad para sintetizar información de varias referencias lo convierte en una herramienta ideal para consultas rápidas y análisis críticos. Sin embargo, presenta ciertas limitaciones, como una menor interactividad en comparación con otras herramientas y la necesidad de una conexión constante a internet para su funcionamiento (Perplexity AI, 2025).

En cuanto a Gemini (Google) y Copilot (Microsoft), estas aplicaciones representan nuevos desarrollos en el ámbito de la IA generativa. Gemini, un modelo avanzado desarrollado por Google, combina capacidades de

comprensión contextual profunda con generación de contenido altamente preciso, lo que lo posiciona como una herramienta prometedora para la educación avanzada y la investigación científica (Gemini AI, 2025). Por su parte, Copilot, desarrollado por Microsoft, se enfoca en tareas de productividad y colaboración, con aplicaciones que van desde la programación hasta la creación de materiales educativos. Su integración con herramientas ampliamente utilizadas, como Microsoft Office, ofrece un potencial significativo para facilitar la enseñanza y la generación de contenido en entornos educativos (Microsoft Copilot, 2025).

Todas estas herramientas, en particular ChatGPT y Perplexity AI, han demostrado ser recursos valiosos para abordar los desafíos educativos en biología celular; estando avalado por distintos estudios científicos que testean y analizan dichas tecnologías en este campo científico. Estas plataformas de IA permiten personalizar el aprendizaje, facilitar la comprensión de conceptos avanzados y proporcionar enfoques innovadores para la enseñanza. Sin embargo, su implementación requiere un enfoque crítico y ético, acompañado de una capacitación adecuada para estudiantes y docentes, así como una evaluación constante de su impacto en el proceso educativo. Esto garantizará que estas tecnologías no solo complementen la educación tradicional, sino que también la enriquezcan de manera efectiva y responsable.

USOS EN BIOLOGÍA CELULAR

El aprendizaje en biología celular se beneficia profundamente de la integración de herramientas basadas en inteligencia artificial (IA), las cuales han demostrado ser esenciales para abordar los desafíos inherentes a la complejidad de esta disciplina.

Estudios recientes destacan que aplicaciones como ChatGPT son capaces de facilitar la comprensión de conceptos avanzados al proporcionar explicaciones claras, precisas y adaptadas a diferentes niveles de conocimiento, haciendo que temas complejos sean más accesibles (Brown *et al.*, 2020, Chen *et al.*, 2021).

Además, las redes neuronales y los métodos de *machine learning* han optimizado significativamente procesos experimentales fundamentales, como la clasificación celular y el análisis de imágenes, logrando resultados más rápidos y precisos (He *et al.*, 2015).

Paralelamente, las figuras interactivas y las simulaciones generadas por IA han transformado la manera en que se ilustran procesos biológicos avanzados, potenciando la retención de conocimientos y fomentando un aprendizaje más dinámico e inmersivo (He *et al.*, 2015, Redecker y Punie, 2017).

DOCENCIA UNIVERSITARIA EN BIOLOGÍA CELULAR Y LA INTEGRACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En el ámbito de la educación superior, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta disruptiva que tiene el potencial de transformar los métodos tradicionales de enseñanza y aprendizaje. La docencia universitaria, especialmente en áreas técnicas como la biología celular, enfrenta el desafío de adaptarse a nuevas tecnologías para optimizar los procesos de enseñanza, mejorar la experiencia de los estudiantes y responder a las demandas del mercado laboral actual (Redecker y Punie, 2017).

Personalización del aprendizaje

La IA permite personalizar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes mediante el análisis de datos educativos. Herramientas como los sistemas de tutoría inteligente pueden identificar fortalezas y debilidades individuales, adaptando los contenidos y las actividades a las necesidades específicas de cada estudiante (Chen *et al.*, 2021). Por ejemplo, en un curso de biología celular, estos sistemas pueden ofrecer actividades interactivas y simulaciones específicas para aquellos estudiantes que tienen dificultades en temas como la dinámica de las membranas celulares.

Automatización de tareas docentes

En la docencia universitaria, la automatización de tareas administrativas representa un avance significativo. La IA puede corregir exámenes tipo test, analizar grandes volúmenes de datos académicos y proporcionar retroalimentación inmediata sobre las evaluaciones de los estudiantes (Zawacki-Richter *et al.*, 2019). Esto libera tiempo para que los docentes se concentren en actividades más creativas, como la preparación de material didáctico innovador y la investigación aplicada.

Desafíos en la implementación

A pesar de las ventajas, la implementación de la IA en la docencia universitaria enfrenta desafíos importantes. Uno de los principales es la falta de capacitación de los docentes en el uso de estas tecnologías. Según un estudio reciente, muchos profesores universitarios no se sienten preparados para integrar herramientas de IA en su práctica educativa (Aoun, 2017). Además, existe preocupación por la posible deshumanización del proceso de enseñanza, donde la interacción personal podría ser reemplazada por algoritmos.

Ejemplos prácticos en biología celular

En cursos avanzados de biología celular, se han utilizado modelos generados por *machine learning* para simular interacciones moleculares, lo que facilita la comprensión de procesos complejos como la señalización intracelular y la división celular. Estas simulaciones no solo son accesibles para los estudiantes, sino que también pueden ser adaptadas a diferentes niveles de complejidad, promoviendo un aprendizaje más inclusivo (Chen y Chen, 2021).

La integración de la IA en la docencia universitaria presenta una oportunidad única para mejorar la calidad de la enseñanza y preparar a los estudiantes para un futuro cada vez más tecnológico. Sin embargo, para maximizar su impacto, es fundamental invertir en formación docente y desarrollar marcos éticos que garanticen su uso responsable.

CONCLUSIONES Y FUTURO

La IA está transformando la docencia en biología celular al proporcionar herramientas innovadoras para enseñar y aprender. Los beneficios a nivel docente incluyen la personalización del aprendizaje, la automatización de tareas administrativas y el acceso a recursos educativos avanzados. Sin embargo, para garantizar su uso responsable, es fundamental abordar los desafíos éticos y legales, como el plagio y el sesgo en los datos, mediante políticas claras y regulaciones específicas.

En el futuro, se espera que la IA evolucione para ofrecer experiencias educativas aún más inmersivas, como simulaciones en tiempo real de procesos biológicos. Para lograr esto, será clave promover una colaboración entre desarrolladores, educadores y legisladores, asegurando que la tecnología beneficie a todos los involucrados en el proceso educativo.

REFERENCIAS

- Aoun, J.E. (2017). *Robot-Proof: Higher Education in the Age of Artificial Intelligence*. (MIT Press). <https://doi.org/10.7551/mitpress/11456.001.0001>
- Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., et al. (2020). Language models are few-shot learners. *Adv. Neural Inf. Processing Syst.*, 33, 1877-1901. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>
- Chen, L., Chen, P., y Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- European Commission (2024). *European AI Act: Regulation on Artificial Intelligence*. Disponible en: <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>

- European Union (2016). Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 (General Data Protection Regulation). Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj/eng>
- Floridi, L. (2023). Ethics of Artificial Intelligence: Principles, Challenges, and Opportunities. (online edition, Oxford Academic), <https://doi.org/10.1093/oso/9780198883098.001.0001>
- He, K., Zhang, X., Ren, S. y Sun, J. (2016) IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Las Vegas, NV, USA, 2016, pp. 770-778. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>.
- Gemini AI (2025) Disponible en: <https://gemini.google.com/> (fecha de consulta: marzo-2025).
- Microsoft Copilot (2025). Disponible en: <https://copilot.microsoft.com> (fecha de consulta: marzo-2025).
- OpenAI ChatGPT (2025). Disponible en: <https://chatgpt.com> (fecha de consulta: marzo 2025).
- Perplexity AI (2025). Disponible en: <https://www.perplexity.ai> (fecha de consulta: marzo 2025).
- Redecker, C. y Punie, Y. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Russell, S. y Norvig, P. (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. (Pearson).
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M. y Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, 16(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

ACIERTAS: Aprendizaje de las Ciencias por Indagación En Redes Transversales colaborativAS

Ortiz-Gil, A.

Observatorio Astronómico de la Universidad de Valencia

RESUMEN: ACIERTAS es un proyecto educativo de la Confederación Española de Sociedades Científicas (COSCE). Su objetivo principal es el de establecer colaboraciones entre científicos y profesores, aunando los conocimientos de los investigadores con la experiencia de los docentes para mejorar la enseñanza de las materias científicas en niveles educativos preuniversitarios, desde Educación Infantil a Bachillerato, utilizando métodos de aprendizaje por indagación.

PALABRAS CLAVE: STEM, Aprendizaje por indagación, recursos educativos, COSCE

ABSTRACT: ACIERTAS is an educational project of COSCE (Spanish Confederation of Scientific Societies). The project's main goal is to connect scientists with educators, combining the knowledge of researchers with the experience of teachers to improve the teaching of science topics at pre-university educational levels, from Pre-school to High-school, using inquiry-based learning.

KEYWORDS: STEM, Inquire-based learning, educational resources, COSCE

COSCE Y SUS PROYECTOS EDUCATIVOS

En los estatutos de la Confederación Española de Sociedades Científicas (COSCE) figura como objetivo propio de la confederación “promover el papel de la ciencia y contribuir a su difusión como un ingrediente necesario e imprescindible de la cultura”.

Una de las vías en que la COSCE realiza este fin ha sido, desde 2010, la creación de una serie de proyectos educativos dirigidos a establecer colaboraciones entre los científicos de las Sociedades que forman parte de la COSCE y docentes de todo el país.

Los proyectos desarrollados, que detallaremos a continuación, son: ENCIENDE, ACIERTAS, PRACTICA, ACIERTAS (2.0), y el actualmente vigente, ACIERTAS (3.0) o, simplemente, ACIERTAS.

Estos proyectos, en sus diferentes ediciones, son implementados y gestionados a través de una comisión permanente formada por miembros de Sociedades

profesores de enseñanza preuniversitaria. La comisión está encabezada por la presidencia de la COSCE (actualmente, la presidenta es Perla Wahnón), junto con la persona coordinadora de la comisión (Belén Yélamos, UCM), contando con la inestimable labor de una periodista y divulgadora científica en la secretaría técnica de la comisión, Laura de Rivera.

EL PRIMER PROYECTO: ENCIENDE (2010-2017)

ENCIENDE (ENseñanza de las CIENCIAS en la Didáctica Escolar) nace como un espacio que permite acercar a los centros educativos los conocimientos especializados e investigaciones de los científicos, particularmente a nivel de educación infantil y primaria, cuyo profesorado no es, habitualmente, especialista en materias científicas.

Además, varios estudios (por ejemplo, Ker *et al.*, 2012) han demostrado la importancia de iniciar a los niños y niñas en la ciencia desde edades muy tempranas. Por ello, ENCIENDE se va a centrar en las primeras etapas educativas, desde infantil a 2º de educación secundaria.

El proyecto adopta la indagación como proceso de adquisición de conocimiento, proporcionando a los estudiantes oportunidades para investigar un problema, buscar soluciones, realizar observaciones, hacer preguntas, probar ideas, pensar de forma creativa y utilizar la intuición (Constantinou *et al.*, 2018).

El portal web del proyecto alberga recursos para docentes y sirve para poner en contacto a investigadores y profesores. La *newsletter* “Chispas de la Ciencia” informa mensualmente sobre las novedades de ENCIENDE, destacando los recursos más novedosos aportados por docentes y científicos. Los recursos enviados por el profesorado son evaluados por la comisión permanente y a los mejores se les hace entrega de diversos premios durante el simposio de fin de curso. Dichos premios consisten en kits educativos relacionados con temas científicos, placas Arduino, juegos de contenido científico, etc., adecuados para su uso en el aula.

El programa del simposio, que se desarrolla habitualmente a lo largo de un día del mes de junio en Madrid, está constituido por ponencias impartidas por expertos en didáctica de las ciencias, profesores destacados por su actividad docente y científicos de renombre. Además, los profesores y alumnos cuyas actividades han sido premiadas disponen de una sesión propia para presentarlas al público asistente.

EL PROYECTO ACIERTAS (2017-2021)

ACIERTAS (Aprendizaje de las Ciencias por Indagación En Redes Transversales colaborativaS) se diferencia de ENCIENDE, principalmente, por la creación de redes distribuidas de docentes y científicos.

Las redes de docentes permiten el intercambio rápido de experiencias educativas, que reciben la valoración y sugerencias de mejora del resto de miembros de la red. La red de científicos permite a estos aportar nuevos recursos a la comunidad de ACIERTAS, además de poder consultar todos los publicados anteriormente.

Desde 2019, y más aún durante la pandemia, la comisión comienza a organizar *webinars* sobre temas científicos de actualidad y cómo introducirlos en las aulas, así como otros relacionados con la didáctica de las ciencias. Para decidir qué temas concretos se van a tratar, la comisión permanente identifica, a principios de curso, lo que llamamos “áreas emergentes” tanto en ciencia como en didáctica. Por ejemplo, en 2020 los *webinars* trataron sobre la emergencia climática en tiempos de pandemia (ponencia impartida por José Miguel Viñas), la microbiota y la medicina personalizada (con Ignacio López-Goñi como experto) o las neurociencias, con una magnífica charla sobre los "Mitos sobre el cerebro en educación" impartida por Sara Rodríguez-Cuadrado.

A final de curso son los profesores quienes otorgan, mediante votación en la página web, los Reconocimientos ACIERTAS, premiando las mejores experiencias, las más originales, las que mejor salen del aula o a los docentes más activos en el proyecto. Los premios son, como en ENCIENDE, kits educativos para su uso en el aula (biología molecular, modelos moleculares, nanociencia, impresoras 3D...).

LOS PROYECTOS ACIERTAS (2.0) Y PRACTICA (2021-2023)

El éxito de ACIERTAS provoca el interés del profesorado de cursos superiores a 2º de la ESO, por lo que la comisión decide escindir el proyecto en dos ramas: ACIERTAS (2.0), dirigido a docentes de infantil y primaria, continuación del ACIERTAS original, y PRACTICA, para docentes de secundaria y bachillerato. Cada proyecto es independiente, con su propia comisión permanente, sus *webinars* y su simposio a final de curso, siendo comunes solo las áreas consideradas emergentes.

PRACTICA (Programa de Aprendizaje de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación para el Conocimiento Aplicado) nace con cuatro objetivos, estrechamente relacionados con los de ACIERTAS:

- Potenciar las ciencias en las etapas finales del sistema educativo preuniversitario

- Promover la indagación como proceso de adquisición de conocimiento
- Fomentar el aprendizaje colaborativo
- Compartir el conocimiento que se genera en las aulas

En 2021, se consideraron como áreas científicas “emergentes” la biomímesis, la robótica, la drónica, la realidad aumentada, la nanociencia y las vacunas. En didáctica fueron consideradas como áreas “emergentes” las ciencias en redes, el *tinkering*, las teorías del aprendizaje, o la enseñanza de la ciencia después de la COVID. Esto se tradujo en *webinars* en los que, por ejemplo, el inmunólogo Alfredo Corell nos enseñó inmunología con pinzas de tender, la bióloga Eva Batanero nos habló de biomímesis o la docente Bárbara de Aymerich nos explicó cómo aprender a indagar en el aula.

PRACTICA solo estuvo vigente dos cursos académicos y, en 2023, se decidió regresar a un solo proyecto, para aprovechar de forma más eficiente los limitados recursos disponibles: nace ACIERTAS (versión 3.0).

EL PROYECTO ACTUAL: ACIERTAS

ACIERTAS (versión 3.0), o simplemente ACIERTAS, comenzó su andadura en el curso 2023-2024, esta vez abarcando todos los niveles educativos preuniversitarios. Se regresa al modo de funcionamiento de ENCIENDE, con un portal web como medio de intercambio de información y contactos entre docentes y científicos: las redes colaborativas de ACIERTAS y PRACTICA resultaron complicadas y costosas de gestionar desde el punto de vista técnico y se decide prescindir de ellas.

La *Newsletter* de ACIERTAS, publicada con una periodicidad mensual por la periodista Laura de Rivera, informa sobre la actualidad del proyecto, la llegada de nuevas experiencias y recursos, los próximos *webinars*, artículos relacionados con la didáctica de las ciencias o libros, y otros recursos de interés.

Aunque originalmente cada *webinar* era impartido por un solo ponente, a partir del curso 23-24, con la intención de que la actividad sea más amena y atractiva, van a ser tres los participantes: un experto/a en la materia, un divulgador/a reconocido y un docente. Ello permite establecer un diálogo desde tres perspectivas diferentes sobre un mismo tema. Las áreas emergentes tratadas en estos seminarios han sido la inteligencia artificial, la sostenibilidad, la ciencia cuántica y el aburrimiento en las clases.

El nuevo portal web de ACIERTAS (<https://aciertas.org/>) permite el acceso a todas las experiencias y recursos reunidos desde 2010 con ENCIENDE. Alberga también la biblioteca audiovisual de *webinars* y las grabaciones de las charlas de los simposios de final de curso (todos ellos también publicados en el canal YouTube del proyecto: <https://www.youtube.com/@aciertasvideos2001>).

Finalmente, se mantienen los reconocimientos ACIERTAS, que son otorgados por la comisión permanente a las tres experiencias mejor valoradas por la comisión, a las tres más originales y al docente que más experiencias ha aportado.

¡QUIERO PARTICIPAR!

Aunque las Jornadas de Docencia de la SEBC están dirigidas a la docencia universitaria, muchos de los recursos presentados en ellas pueden ser útiles para alumnos de cursos superiores de educación preuniversitaria o poseen características que permiten adaptarlos al entorno educativo del ámbito de ACIERTAS.

El funcionamiento concreto del proyecto permite diversos grados de participación para científicos y docentes, en función de su disponibilidad o deseo de involucrarse.

Existen cinco modos de participar, no excluyentes entre sí:

- Con la suscripción a la *Newsletter*, que permite conocer más a fondo el proyecto y estar al día de las novedades
- Asistiendo a los *webinars* o visualizándolos en el canal de YouTube (<https://www.youtube.com/@aciertasvideos2001>)
- Utilizando los recursos y experiencias
- Publicando recursos (artículos con información científica que pueda ser utilizada en el aula, herramientas informáticas, libros...) (Figura 1).

The image shows a screenshot of the 'RECURSOS' (Resources) page on the ACIERTAS website. The page has an orange header with the word 'RECURSOS' on the left and a button 'ENVÍANOS TU RECURSO' on the right. Below the header, there is a grid of resource cards. Each card features a thumbnail image, a title, a date, a brief description, and a 'leer más' (read more) link. The resources include:

- La Tierra en el universo (1ª parte)**: 13/11/2024. Se trata de un material adaptado a lectura fácil correspondiente a la asignatura de Biología y Geología de 1º ESO. A través de un lenguaje claro y sencillo se explica el tema del sistema solar y...
- ¡Fotónica en 5 minutos! - Semana de la Ciencia '24**: 13/11/2024. Descubre el mundo de la fotónica a través de 4 especialistas de ICFO, que te explicarán por qué la fotónica es importante para su investigación y la sociedad. Lo harán con microcharlas de 5 minutos,...
- Cómo construir un espectroscopio**: 13/11/2024. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000400003> En este trabajo explicamos cómo construir el espectroscopio y algunas actividades para usarlo en el aula. La calibración del espectroscopio es...
- MI PRIMERA INFOGRAFÍA CIENTÍFICA**: 10/09/2024. Este recurso educativo es una situación de aprendizaje diseñada para estudiantes de 2º de la ESO en el marco del Saber Básico E "El Cambio" de la asignatura de Física y Química. El proyecto integra...
- Lab@: Datos, Juega y Aprendiendo en el Laboratorio**: 3/09/2024. Esta actividad se diseñó para trabajar con el alumnado de física y química (bilingüe) de 2º ESO el saber FYQ.2.A.3., y consistió en presentar a los alumnos el vocabulario del material de laboratorio...
- EL TABLERO DE LA MATERIA: explorando sus estados y cambios**: 3/06/2024. Introducción a la Teoría Cinético Molecular y los Estados de la Materia a Través de un Juego de Mesa. Esta actividad se diseñó para trabajar el saber FYQ.2.B.1 con el alumnado de física y química...

Figura 1. Ejemplos de recursos de ACIERTAS.

- Publicando experiencias que han sido realizadas en las aulas (Figura 2).

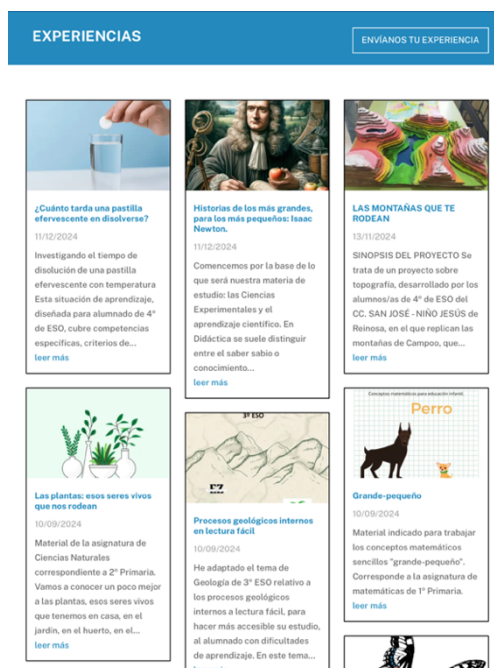


Figura 2. Ejemplos de experiencias de ACIERTAS.

Los recursos y actividades pueden utilizar cualquiera de las lenguas cooficiales del estado español.

CONCLUSIÓN

Los proyectos educativos de la COSCE, desde ENCIENDE al actual ACIERTAS, han permitido que los investigadores se acerquen a las aulas de educación preuniversitaria, creando nuevas oportunidades de colaboración con los docentes que desean mejorar sus clases de ciencias incorporando recursos especializados en temas científicos de actualidad.

El impacto de estos proyectos ha sido notable: más de 700 docentes y más de 300 científicos registrados, más de 400 recursos y experiencias publicados, más de 20 *webinars* emitidos por YouTube, y 14 simposios hasta 2024.

ACIERTAS ha despertado el interés de entidades de otros países con proyectos similares, lo que ha abierto la puerta a posibles colaboraciones internacionales en el futuro.

REFERENCIAS

ACIERTAS, <https://aciertas.org> (fecha de consulta 20-ene-2025)

Constantinou, C.P., Tsivitanidou, O. E. y Rybska, E. (2018). What Is Inquiry-Based Science Teaching and Learning? En *Professional Development for*

Inquiry-Based Science Teaching and Learning, Tsivitanidou, O., Gray, P., Rybska, E., Louca, L., Constantinou, C., eds. Contributions from Science Education Research, vol 5. Springer, Cham, pp. 1-23.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-91406-0_1

Ker, L.A., Osborne, J.F. y DeWitt, J. (2012). King's College London School of Education, Communication & Society Report.
<https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/ten-science-facts-and-fictions-the-case-for-early-education-about> (fecha de consulta 17-ene-2025)

“Sin células no hay Nobel”: divulgación científica e igualdad de género en la enseñanza biomédica

Penas Lago, C.^{1,2} y Boyano Lopez, M.B.^{1,2}

1. *Departamento de Biología Celular e Histología. Facultad de Medicina y Enfermería. UPV/EHU*

2. *Grupo Biomarcadores en Cáncer. Instituto de Investigación Sanitaria Biobizkaia*

RESUMEN: La actividad ‘Sin células no hay Nobel’, realizada en el seminario "Introducción a los cultivos celulares y sus aplicaciones a la investigación en biomedicina", combina teoría y práctica mientras promueve competencias transversales como la divulgación científica y la igualdad de género. Como trabajo evaluable, el alumnado creó un póster sobre el papel crucial de los cultivos celulares en los descubrimientos Nobel realizados por mujeres científicas. Los trabajos se presentaron en la web de la facultad y en el tablón de noticias en conmemoración del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia. Aunque la mayoría de los trabajos presentaron contenido preciso, algunos no lograron equilibrar adecuadamente el texto y las imágenes, lo que dificultó su accesibilidad, siendo este un punto de mejora para futuras ediciones. Por otro lado, el 65 % de los estudiantes consideró que la actividad era relevante para su desarrollo profesional. En definitiva, la actividad brindó una oportunidad valiosa para reflexionar sobre la importancia de una ciencia inclusiva y accesible, preparando al alumnado para afrontar los retos de su futura carrera profesional.

PALABRAS CLAVE: competencias transversales, divulgación científica, igualdad de género

ABSTRACT: The activity "No cells, no Nobel", conducted in the seminar "Introduction to cell cultures and their applications in biomedical research", combines theory and practice, promoting transversal competences like dissemination and gender equality. As an evaluable piece of work, the students created a poster on the crucial role of cell cultures in the Nobel Prize discoveries that were made by women scientists. The posters were displayed on the International Day of Women and Girls in Science on the faculty website and on the notice board. Although most of the posters presented accurate content, some did not have a good balance of text and images, which made them difficult to access and is an area for improvement for future editions. On the other hand, 65% of the students were of the opinion that the activity was relevant to their career development. In short, the activity provided a valuable opportunity for reflection on the

importance of inclusive and accessible science, and prepared students for the challenges in their future careers.

KEYWORDS: transversal skills, science communication, gender equality

INTRODUCCIÓN

Contextualización

Las células, como unidades fundamentales de la vida, han sido clave para comprender las complejas interacciones entre ellas y su entorno. La capacidad de manipular y observar células *in vitro* ha impulsado avances significativos en diversas áreas como el cáncer, la neurociencia o la ingeniería tisular, entre otros, al ofrecer información esencial sobre los mecanismos moleculares y el comportamiento celular (Abbott, 2003, Balik *et al.*, 2022, Holloway *et al.*, 2021, Huang *et al.*, 2022, Yoon *et al.*, 2023).

Así pues, los cultivos celulares en dos dimensiones (2D) siguen siendo una herramienta esencial en la investigación biomédica debido a su simplicidad, bajo coste y capacidad para generar datos reproducibles. Su diseño sencillo permite observar y manipular células con precisión, facilitando el estudio de procesos biológicos fundamentales como la proliferación, la apoptosis y la respuesta a estímulos externos, que son más difíciles de analizar en sistemas complejos. Además, los cultivos 2D han sido clave en el desarrollo de terapias contra el cáncer al permitir estudiar de manera detallada las interacciones entre células tumorales y fármacos sin la interferencia de la complejidad inherente a los modelos 3D (Mirabelli *et al.*, 2019). Estos modelos tradicionales han sustentado numerosos avances terapéuticos y continúan siendo una base esencial para futuras investigaciones biomédicas.

En este marco, la asignatura Avances celulares y moleculares en investigación del cáncer, parte del Máster en Investigación Biomédica de la UPV/EHU, tiene como objetivo proporcionar al alumnado un conocimiento profundo sobre los procesos biológicos que transforman células normales en cancerosas y las herramientas técnicas necesarias para estudiarlos. La asignatura combina clases teóricas, seminarios y prácticas de laboratorio, ofreciendo un enfoque equilibrado. Los seminarios complementan las clases magistrales al fomentar el análisis crítico y la discusión de temas específicos, mientras que las prácticas experimentales permiten aplicar los conceptos adquiridos y desarrollar competencias técnicas fundamentales.

Entre las actividades destacadas, el seminario "Introducción a los cultivos celulares y sus aplicaciones a la investigación en biomedicina" cumple un rol esencial al conectar teoría y práctica. Este seminario ofrece una visión integral de los cultivos celulares, desde los conceptos básicos y el mantenimiento hasta sus aplicaciones específicas en la investigación biomédica. Busca garantizar que

todo el estudiantado, independientemente de su formación previa, comparta una base común de conocimientos para abordar las prácticas de laboratorio con cultivos celulares. Asimismo, se enfatiza la relevancia de los cultivos 2D como herramientas experimentales ampliamente utilizadas, a pesar del auge de técnicas avanzadas como los organoides o los modelos en microchips.

Para reforzar los conocimientos sobre cultivos celulares y su impacto en la investigación biomédica, se diseñó una actividad evaluable en la que el alumnado elaboró un póster de divulgación científica. A través del análisis de una científica galardonada con el Premio Nobel de Medicina y Fisiología, se exploró su trayectoria, los retos que enfrentó y el papel fundamental de los cultivos celulares en su descubrimiento. Esta iniciativa no solo permitió afianzar conceptos teóricos, sino también reflexionar sobre la contribución de las mujeres en la ciencia, en sintonía con los esfuerzos de la UPV/EHU por reducir la brecha de género en el ámbito académico.

Justificación pedagógica de la actividad

El diseño de esta actividad se fundamenta en el aprendizaje basado en proyectos (ABP), un enfoque que fomenta el aprendizaje activo al involucrar al alumnado en retos significativos y reales (Soriano *et al.*, 2024). La elaboración de un póster divulgativo no solo permite aplicar los conocimientos adquiridos sobre cultivos celulares, sino que también integra su relevancia en descubrimientos científicos galardonados. Este enfoque promueve la reflexión crítica, la síntesis de conceptos y su aplicación práctica, consolidando el aprendizaje teórico mediante un producto tangible y profesional.

El ABP, inspirado en el modelo constructivista, favorece que el conocimiento se construya a partir de experiencias previas y su conexión con situaciones prácticas (Sastre y Araujo, 2018). En este caso, la creación del póster permite vincular los conceptos abordados en el seminario con un ejercicio de comunicación científica, favoreciendo una comprensión más profunda de los contenidos y su internalización.

La divulgación científica es una competencia esencial en investigación (Briceño, 2012, Calderón *et al.*, 2024), particularmente en campos como la salud, donde los avances deben ser comprensibles tanto para la comunidad académica como para la sociedad en general. Esta actividad fortalece dicha habilidad al requerir que el alumnado explique conceptos complejos, como el papel de los cultivos celulares en la investigación, de manera accesible y visualmente atractiva para un público no especializado. Así, se les desafía a simplificar información técnica manteniendo el rigor científico, una habilidad clave en la comunicación efectiva de la ciencia en el contexto actual, marcado por la necesidad de combatir la desinformación (Tarango *et al.*, 2021).

La elección de mujeres laureadas con el Premio Nobel como tema central responde al compromiso pedagógico de visibilizar las contribuciones históricamente subrepresentadas de las científicas. Al investigar y divulgar sus logros, el alumnado no solo amplía su conocimiento sobre avances biomédicos trascendentes, sino que también contribuye a generar referentes femeninos en ciencia, reforzando una cultura de equidad e inclusión.

Más allá del contenido científico, la actividad fomentó habilidades esenciales para el desarrollo profesional del alumnado. La investigación y elaboración del póster potenciaron el pensamiento crítico, la capacidad de síntesis y la creatividad en la presentación de información compleja. Asimismo, el trabajo en equipo fortaleció competencias de comunicación y colaboración, fundamentales en el entorno académico y profesional. Al integrar la divulgación científica con la reflexión sobre la equidad de género, esta actividad promovió una formación más inclusiva y orientada a los desafíos sociales y éticos de la investigación biomédica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tras las explicaciones teóricas, se presentó al alumnado la noticia del periódico *El País* titulada "*Premio Nobel de Medicina 2023 para Katalin Karikó y Drew Weissman por la vacuna de la COVID*", con el objetivo de contextualizar la relevancia del uso de cultivos celulares en la investigación biomédica. Aprovechando la experiencia vivida durante la pandemia y la importancia del descubrimiento premiado, se promovió una reflexión sobre el papel de la comunidad científica en la lucha contra la desinformación y la necesidad de comunicar la ciencia de manera clara y accesible.

Además, se destacó la baja representación femenina en la historia de los Premios Nobel, señalando que, hasta la fecha, solo 13 mujeres han recibido este galardón en la categoría de Medicina y Fisiología, incluyendo a Katalin Karikó en 2023. A partir de esta observación, se invitó al alumnado a reflexionar sobre la importancia de visibilizar las contribuciones de las mujeres en la ciencia y su reconocimiento en la sociedad.

Como aplicación práctica, se les asignó la tarea de elaborar un póster de divulgación científica sobre la importancia de los cultivos celulares en investigaciones galardonadas con el Nobel y lideradas por mujeres. Se les proporcionó un listado de científicas premiadas y se organizó el trabajo en grupos de tres, permitiendo que cada equipo seleccionara el descubrimiento que más les motivara. Durante la sesión de seminario, se les dio tiempo para planificar la tarea e iniciar la búsqueda de información, mientras que la finalización del póster se llevó a cabo en horas de trabajo personal fuera del aula.

Tabla 1. Criterios de evaluación del póster divulgativo. Cada categoría se evalúa en una escala del 1 al 5, donde 1 representa un nivel insatisfactorio y 5 un nivel excelente.

Diseño general	<p>1 (Insatisfactorio): El diseño es desordenado, poco atractivo y difícil de seguir.</p> <p>2 (Deficiente): El diseño es mejorable, pero es funcional.</p> <p>3 (Aceptable): El diseño es claro y atractivo, aunque podría mejorar.</p> <p>4 (Bueno): El diseño es visualmente atractivo y facilita la comprensión.</p> <p>5 (Excelente): El diseño es excepcional, muy atractivo y eficiente para comunicar el contenido.</p>
Contenido científico	<p>1 (Insatisfactorio): La información es inexacta o insuficiente.</p> <p>2 (Deficiente): La información es en su mayoría correcta, pero carece de detalles.</p> <p>3 (Aceptable): La información es precisa y adecuada, pero se pueden agregar detalles.</p> <p>4 (Bueno): La información es precisa, completa y relevante.</p> <p>5 (Excelente): La información es extremadamente precisa, completa y relevante.</p>
Claridad y organización	<p>1 (Insatisfactorio): Falta de estructura y organización, dificultando la comprensión.</p> <p>2 (Deficiente): La estructura es confusa en algunas partes.</p> <p>3 (Aceptable): La organización es adecuada, pero podría mejorarse.</p> <p>4 (Bueno): La estructura y organización son efectivas y facilitan la comprensión.</p> <p>5 (Excelente): La estructura y organización son excepcionales, permitiendo una comprensión clara.</p>
Uso de recursos visuales	<p>1 (Insatisfactorio): Los recursos visuales son escasos o inapropiados.</p> <p>2 (Deficiente): Los recursos visuales son limitados en cantidad o calidad.</p> <p>3 (Aceptable): Se utilizan recursos visuales apropiados, pero podrían ser más efectivos.</p> <p>4 (Bueno): Se utilizan recursos visuales efectivos que complementan la información.</p> <p>5 (Excelente): Los recursos visuales son excepcionales y mejoran significativamente la comprensión.</p>
Lenguaje y escritura	<p>1 (Insatisfactorio): Errores de ortografía y gramática dificultan la comprensión.</p> <p>2 (Deficiente): Se cometen errores de ortografía y gramática, pero no afectan gravemente la comprensión.</p> <p>3 (Aceptable): El lenguaje es claro, con errores menores.</p> <p>4 (Bueno): El lenguaje es claro y eficaz, con pocos o ningún error.</p> <p>5 (Excelente): El lenguaje es impecable y contribuye de manera significativa a la comunicación.</p>
Mensaje y divulgación	<p>1 (Insatisfactorio): El mensaje es confuso o inadecuado para el público objetivo.</p> <p>2 (Deficiente): El mensaje no está totalmente adaptado al público objetivo.</p> <p>3 (Aceptable): El mensaje se adapta al público, aunque podría ser más efectivo.</p> <p>4 (Bueno): El mensaje es claro y efectivo para el público objetivo.</p> <p>5 (Excelente): El mensaje es excepcionalmente claro y atractivo para el público objetivo.</p>

Para garantizar un desarrollo estructurado de la actividad, se facilitó una tabla de criterios evaluables (Tabla 1) y se ofrecieron pautas sobre las características esenciales de un material de divulgación científica, enfatizando la importancia de la claridad visual, el uso de un lenguaje accesible y la orientación a un público general. El póster debía incluir una reseña biográfica de la científica seleccionada, una explicación del descubrimiento premiado y un apartado específico que analizara el papel fundamental de los cultivos celulares en dicho hallazgo. El producto final fue presentado públicamente en la web de la facultad y en el tablón de noticias con motivo del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia (Figura 1).

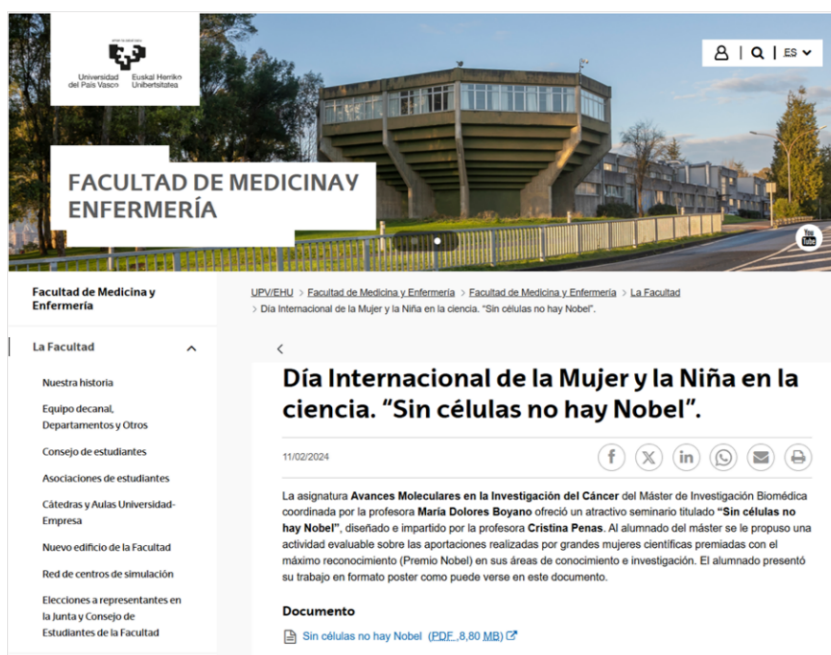


Figura 1. Publicación de la iniciativa en la sección de noticias de la página web de la facultad. Posters descargables en el siguiente [link](#).

RESULTADOS

Evaluación de los Pósteres

La evaluación de los pósteres se centró en los criterios de contenido científico, claridad y organización y uso de recursos visuales. La media global de las calificaciones fue de 7, con una calificación mínima de 5 y una máxima de 10.

En cuanto al contenido científico, la mayoría de los pósteres presentaron información precisa y relevante, aunque algunos grupos no lograron equilibrar correctamente la cantidad de texto con las imágenes, lo que dificultó la accesibilidad del contenido. En particular, varios pósteres contenían demasiados tecnicismos que podrían haber sido simplificados para hacer la información más comprensible para un público general.

Respecto a la claridad y organización, el diseño general de la mayoría de los pósteres fue aceptable, pero en algunos casos hubo problemas con la extensión de los textos, lo que generó una sobrecarga de información. Algunos pósteres también mostraron deficiencias en la estructuración, lo que dificultó la comprensión del mensaje general.

En cuanto al uso de recursos visuales, muchos de los pósteres emplearon imágenes que, en su mayoría, cumplían una función decorativa, pero no lograron complementar de manera efectiva el contenido científico. Esto afectó la capacidad de los pósteres para transmitir la información de forma clara y efectiva.

Resultados de la Autoevaluación

La autoevaluación a través de encuestas (Figura 2) reveló que el 100 % del alumnado consideró que la actividad les fue útil para mejorar su capacidad de describir procesos científicos de forma sencilla y accesible. Además, la actividad fue valorada positivamente por la mayoría en relación con la visibilización de las mujeres científicas. El alumnado expresó un fuerte acuerdo sobre la importancia de reconocer las contribuciones de las mujeres en ciencia, especialmente en un contexto académico en el que históricamente han estado infrarrepresentadas.

El 75 % del alumnado consideró que la actividad les permitió conectar aspectos teóricos con la práctica, aunque un 25 % opinó que la tarea no contribuyó significativamente a este objetivo. En cuanto a la relevancia para su desarrollo profesional, el 65 % de los estudiantes percibió la actividad como relevante para su futura carrera profesional, mientras que el 35 % restante no consideró que tuviera un impacto directo en su desarrollo profesional.

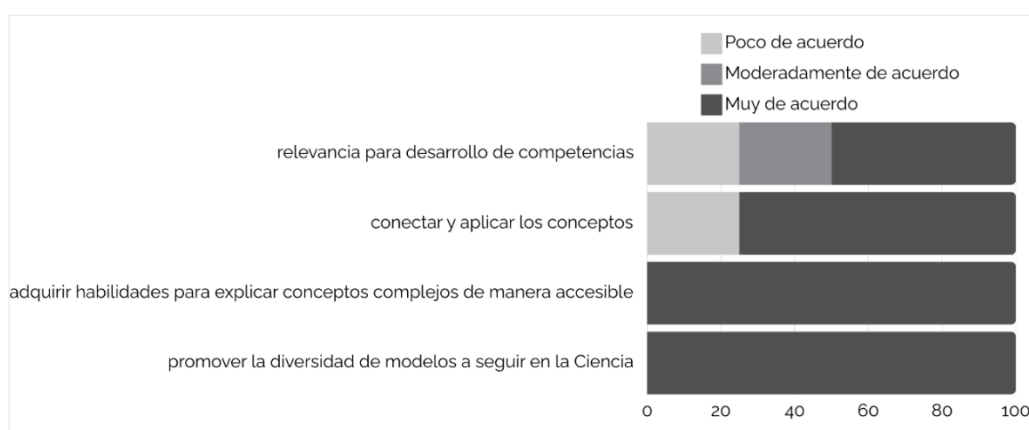


Figura 2. Valoración del seminario por parte del alumnado en cuanto a los objetivos pedagógico planteados.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El seminario brindó una valiosa oportunidad para integrar el aprendizaje teórico con la aplicación práctica mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Esta estrategia permitió al estudiantado no solo profundizar en el uso de cultivos celulares en la investigación científica, sino también desarrollar competencias clave en divulgación científica. Al abordar problemas reales y cercanos, el seminario facilitó la conexión entre los conceptos académicos y su aplicación en contextos profesionales. Además, enfrentarse al reto de comunicar conceptos complejos de manera accesible para un público general les permitió adquirir una habilidad esencial en la ciencia moderna: la capacidad de transmitir conocimientos técnicos de forma clara y efectiva.

No obstante, los resultados sugieren que el diseño de los pósteres podría haberse beneficiado de una mayor atención a la simplificación del contenido y al uso de recursos visuales más eficaces. Aunque el alumnado incorporó imágenes, muchas carecían de una función explicativa clara, lo que limitó la efectividad del mensaje. Para mejorar este aspecto, sería conveniente dedicar más tiempo a enseñar cómo los recursos visuales pueden complementar y reforzar la comunicación científica. Incluir ejemplos de pósteres bien diseñados serviría como referencia para ayudarles a optimizar el uso de elementos gráficos y mejorar la accesibilidad de sus presentaciones.

Por otro lado, la promoción de la igualdad de género en la ciencia fue un eje central del seminario. A través de la visibilización de científicas se fomentó una reflexión sobre la importancia de reconocer y destacar los logros de las mujeres en un ámbito históricamente dominado por figuras masculinas. Este enfoque evidenció que el grupo de máster era consciente de la necesidad de impulsar la representación equitativa en la ciencia, lo que tiene un alto potencial para generar cambios en la percepción y valoración del papel de las mujeres en las áreas *STEM* (del inglés: ciencia-tecnología-ingeniería y matemáticas).

En cuanto a la relevancia profesional de la actividad, un número significativo de estudiantes (35%) no la percibió como directamente vinculada a su desarrollo profesional. Aunque la mayoría valoró positivamente los contenidos, podría ser útil incorporar una reflexión más explícita sobre la aplicabilidad de las habilidades adquiridas, como la divulgación y la comunicación de hallazgos científicos, en su futura carrera, especialmente en los ámbitos de la investigación biomédica, la docencia y la comunicación en salud.

En definitiva, integrar ciencia, género y comunicación no solo fortalece la formación profesional del alumnado, sino que también contribuye a la construcción de una sociedad más informada e inclusiva, donde el conocimiento científico esté al alcance de todas las personas.

REFERENCIAS

- Abbott, A. (2003). Cell culture: biology's new dimension. *Nature*, 424(6951), 870-873. <https://doi.org/10.1038/424870a>
- Balik, K., Matulewicz, K., Modrakowska, P., Kozłowska, J., Montane, X., Tylkowski, B. y Bajek, A. (2022). Advanced cell culture techniques for cancer research. *Phys. Sci. Rev.*, 7(12), 1421-1441. <https://doi.org/10.1515/psr-2019-0059>
- Briceño, M.A. (2012). La importancia de la divulgación científica. *Revista Visión Gerencial*, 11(1), 3-5.
- Calderón, W.C.C., Vidarte, A.G., Becerra, V.M.E. y de la Cruz, A.D.B. (2024). Divulgación Científica como estrategia metodológica para el aprendizaje

por competencias. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 8(3), 5824-5845. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11782

- Holloway, P. M., Willaime-Morawek, S., Siow, R., Barber, M., Owens, R. M., Sharma, A. D., Rowan, W., Hill, E. y Zagnoni, M. (2021). Advances in microfluidic *in vitro* systems for neurological disease modeling. *J. Neurosci. Res.*, 99(5), 1276-1307. <https://doi.org/10.1002/jnr.24794>
- Huang, X., Huang, Z., Gao, W., Gao, W., He, R., Li, Y., Crawford, R., Zhou, Y., Xiao, L. y Xiao, Y. (2022). Current Advances in 3D Dynamic Cell Culture Systems. *Gels*, 8(12), 829. <https://doi.org/10.3390/gels8120829>
- Mirabelli, P., Coppola, L. y Salvatore, M. (2019). Cancer cell lines are useful model systems for medical research. *Cancers*, 11(8), 1098. <https://doi.org/10.3390/cancers11081098>
- Sastre, G. y Araújo, U. (2018). *El aprendizaje basado en problemas, Una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad*. (Editorial Gedisa).
- Soriano, K.M.G., Rosero, P.E.L., Guzmán, J.A.C. y Nieves, Z.J.L. (2024). Implementación en el aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la educación universitaria: impacto en la motivación y el rendimiento de los estudiantes. *Revista Social Fronteriza*, 4(5), e45456-e45456. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(5\)456](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)456)
- Tarango, J., González Quiñones, F. y Machin-Mastromatteo, J.D. (2021). *Generación y uso inadecuado de información en ámbitos académicos y su influencia en entornos sociales: Desinformación, sobreinformación y misinformación* (Universidad Nacional Autónoma de México).
- Yoon, J. K. (2023). Advanced 3D cell culture platform for tissue engineering. *Tissue Eng. Regen. Med.*, 20(4), 519-521. <https://doi.org/10.1007/s13770-023-00562-9>

Escape Rooms de Histología Especial como herramienta de mejora del aprendizaje

Gallego Muñoz, P., López Paniagua, M., Usategui Martín, R. y Agudo Bernal, F.J.

Departamento de Biología Celular, Genética, Histología y Farmacología. Grupo de Innovación Docente en Biología, Genética e Histología (GID-BIOGEHIS). Facultad de Medicina, Universidad de Valladolid

RESUMEN: Nuestros alumnos son nativos digitales y las metodologías tradicionales ya no tienen en ellos el mismo impacto que tenían hace unos años. Por esta razón, las nuevas metodologías docentes están cobrando gran interés, destacando entre ellas la gamificación. Entre las diferentes actividades de gamificación destaca el desarrollo y realización de *escape rooms* (ERs, salas de escape) virtuales.

Este trabajo muestra el resultado de la implantación, durante dos cursos académicos consecutivos, de ERs virtuales como herramienta de aprendizaje en la asignatura Histología Médica del Grado en Biomedicina y Terapias Avanzadas, con el objetivo principal de afianzar los conocimientos impartidos. La asignatura se divide en diferentes bloques temáticos y las ERs se basaron en los que presentan mayor dificultad de comprensión para nuestro alumnado.

Del análisis de los resultados podemos concluir que la implantación de esta nueva metodología permite afianzar conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura de una forma amena y motivadora y que su realización, de forma presencial, hace que nuestros alumnos integren los conocimientos impartidos de una manera continuada a lo largo del cuatrimestre, favoreciendo, por lo tanto, el proceso de aprendizaje y la superación de la asignatura de una manera más satisfactoria.

PALABRAS CLAVE: gamificación, aprendizaje, *escape rooms*, histología médica.

ABSTRACT: Our students are digital natives, and traditional methodologies no longer have the same impact on them as they did a few years ago. For this reason, new teaching methodologies are gaining great interest, with gamification standing out among them. The development and implementation of virtual escape rooms (ERs) stands out among the different gamification activities.

This work shows the result of the implementation, during two consecutive academic years, of virtual ERs as a learning tool in the subject of Medical Histology of the Degree in Biomedicine and Advanced Therapies. The main objective was to reinforce the

knowledge taught. The subject is divided into different thematic blocks and the ERs were based on the most difficult for our students to understand.

From the analysis of the results, we can conclude that the implementation of this new methodology allows us to consolidate the theoretical and practical knowledge of the subject in an enjoyable and motivating way and that its implementation in a classroom setting allows our students to integrate the knowledge imparted continuously throughout the four-month period, thus promoting the learning process and overcoming the subject more satisfactorily.

KEYWORDS: gamification, learning, escape rooms, medical histology.

INTRODUCCIÓN

La introducción de nuevas tecnologías en el espacio educativo es ya un hecho incuestionable. Estas tecnologías ofrecen ventajas como la interactividad y la intercomunicación, lo que conduce a una enseñanza más flexible con un aumento claro de la audiencia. Esto se plasma a través de plataformas virtuales, las cuales constan de numerosas herramientas de comunicación y de productividad. Una de estas herramientas es Genially, un software para crear contenidos interactivos con imágenes, infografías, presentaciones, *microsites*, mapas, juegos virtuales, entre otros.

Todas estas funcionalidades permiten obtener un gran abanico de utilidades en el aula. Una de ellas es la posibilidad de crear *escape rooms* (ERs, salas de escape) como metodología de aprendizaje para nuestro alumnado. Las ERs han crecido en popularidad en todo el mundo desde que se abriera la primera en Norteamérica en 2013 y, a mediados de 2017, existían ya más de 1.800 ERs en todo el continente americano (Spira, 2017).

Una ER es un juego de aventura físico y mental, que consiste en encerrar a un grupo de jugadores en una habitación, donde deberán solucionar enigmas y rompecabezas de todo tipo, para ir desenlazando una historia y conseguir escapar antes de que finalice un tiempo determinado (Nicholson, 2015). Mediante la creación de ERs podemos fomentar y afianzar la adquisición de conocimientos de una manera amena y motivadora (Nicholson, 2018). Este tipo de actividades pueden ayudar a los alumnos a adquirir más conocimiento, a reflexionar y a desarrollar su motivación intrínseca para aprender y explorar más, en lugar de responder únicamente a la motivación extrínseca de las calificaciones finales de la asignatura (Nicholson, 2018). Aunque las ERs son una herramienta de creciente uso en el ámbito educativo, su aplicación en formato digital en el entorno universitario es escasa (Salvador Gómez *et al.*, 2022).

En este trabajo se presentan los resultados de la implantación de ERs virtuales en la asignatura Histología Médica del primer curso del Grado en Biomedicina y Terapias Avanzadas (BMyTA) de la Universidad de Valladolid (UVa).

METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo, el profesorado de la asignatura Histología Médica del Grado en BMyTA de la UVa creó 5 ERs virtuales, sobre contenidos de diferentes bloques temáticos de la asignatura, con el programa Genially (Figura 1). En el curso académico 2022/2023 se incluyeron los contenidos relacionados con el aparato digestivo (3 ERs) y el desarrollo de la actividad fue en modalidad *online*. Posteriormente, durante el curso académico 2023/24, ampliamos el desarrollo de las ERs virtuales a otros bloques temáticos (5 ERs. Figura 1) y la actividad se realizó en modalidad presencial.



Figura 1. Códigos QR para el acceso a las 5 ERs desarrolladas. Entre paréntesis se muestra la contraseña de acceso a cada ER.

HISTOLOGÍA MÉDICA (1-204-710-47896-1-2023)



Figura 2. Imagen en la que se muestra la página desde la que accede cada alumno representante de grupo a cada ER.

Esta actividad fue presentada como una actividad cuya participación es totalmente voluntaria. Los alumnos que decidieron participar fueron divididos, por ellos mismos, en 6 grupos de 6-7 integrantes, que a su vez fueron divididos en dos aulas para la realización de cada ER, cuando la actividad se realizó en modalidad presencial. Cada grupo eligió un representante, el alumno representante del grupo es aquel que accede, mediante sus credenciales de alumno, al campus virtual de la asignatura donde están programadas las ERs (Figura 2).

Cada ER consistió en ir solucionando enigmas sobre las diferentes regiones de diferentes aparatos o sistemas, en un tiempo máximo establecido de 20 minutos. Este tiempo fue establecido porque inicialmente, durante el primer año de implantación, la media del tiempo empleado por los grupos en realizar las ERs fue de $11,97 \pm 3,97$ min. Al inicio de la asignatura se entregó un calendario con la programación para la realización de cada ER. Estas siempre tienen lugar una semana después de haber impartido los conocimientos teóricos y prácticos de cada bloque temático, con el objetivo de que los alumnos puedan estudiar la materia impartida antes de realizar cada ER. En el momento de realizar cada ER, el representante de cada grupo accede al campus virtual y pincha sobre el vínculo habilitado de la ER que se va a realizar, así el profesorado obtiene el tiempo de inicio de la actividad gracias al sistema de registros del aula virtual. Una vez finalizada cada ER, el representante del grupo realiza una captura de la pantalla en la que aparece el tiempo de finalización y se la envía al profesorado para tener el registro de tiempos de finalización (Figura 3), así se puede conocer el tiempo empleado por cada grupo en realizar cada ER.



Figura 3. Imagen en la que se muestra la pantalla de superación final de una de las ER. En la esquina inferior derecha se muestra la hora en la que se ha finalizado.

Con el objetivo de impulsar la participación, se utilizó un sistema de recompensas. Este sistema consiste en premiar a los integrantes de los tres

mejores grupos realizando un *ranking* de tiempos, siendo el primero del *ranking* aquel grupo que invierte menos tiempo en salir de las ERs. Las recompensas, según la clasificación del *ranking*, fueron las siguientes:

1er puesto: a sus integrantes se les elimina una de las cinco opciones de respuesta del examen final tipo test en 6 preguntas que ellos eligen.

2º puesto: a sus integrantes se les da una pista en dos de las preguntas del examen práctico de reconocimiento histológico de órganos.

3er puesto: a sus integrantes se les da una pista en una de las preguntas del examen práctico de reconocimiento histológico de órganos.

Para poder valorar el impacto de la experiencia en los alumnos, el profesorado de la asignatura elaboró y programó una encuesta, mediante una escala Likert (rango de 1-peor a 5-mejor), con diferentes ítems a evaluar sobre la realización de esta actividad. La encuesta se realizó al finalizar la última ER.

Con el objetivo de conocer si esta metodología es útil para afianzar conocimientos y superar de una manera satisfactoria el examen, el profesorado de la asignatura programó una consulta-Moodle para que los alumnos la contestasen una vez realizado el examen ordinario de la asignatura. Finalmente se compararon los resultados obtenidos en la actividad, por los diferentes grupos, con las calificaciones obtenidas en los exámenes finales de la asignatura por los integrantes de estos. Se compararon los resultados obtenidos en los dos años de aplicación de esta metodología.

RESULTADOS

Durante el curso 2022/2023, de los 45 alumnos matriculados, accedieron a participar en la actividad el 75,5%. Durante el último año de implantación (curso 2023/24), de los 43 alumnos matriculados, accedieron a participar en el proyecto el 83,4%. Cinco alumnos decidieron no participar en la actividad propuesta.

Durante el primer año, excepto el grupo que obtuvo el primer puesto, todos los grupos resolvieron las 3 ERs en un tiempo medio de entre 7 y 10 min. Durante el segundo curso de implantación, el tiempo medio empleado por cada grupo en resolver las 5 ERs se muestra en la Figura 4A. Los integrantes del grupo 4 ocuparon el primer puesto del *ranking* de tiempos ($3,85 \pm 0,87$ min) El segundo puesto fue para los integrantes de los grupos 1 y 6 ($4,35 \pm 1,65$ min), ya que se produjo un empate. El tercer puesto fue para los integrantes del grupo 3 ($4,82 \pm 1,4$ min). En todos los grupos el tiempo medio de superación de la actividad fue inferior al esperado, 20 min.

En el primer curso de implantación, en la convocatoria ordinaria, el porcentaje de notables (NT) fue 39%, el de sobresalientes (SB) 9,3% y el de aprobados (AP) un 30%, habiendo otorgado únicamente una Matrícula de Honor (MH). En el

segundo curso de implantación, en la convocatoria ordinaria, más de la mitad de las calificaciones fueron NT (51,16%) y casi un 25% SB, además se otorgaron 2 MH y sólo un 5,2% obtuvieron calificaciones de AP (Figura 4B).

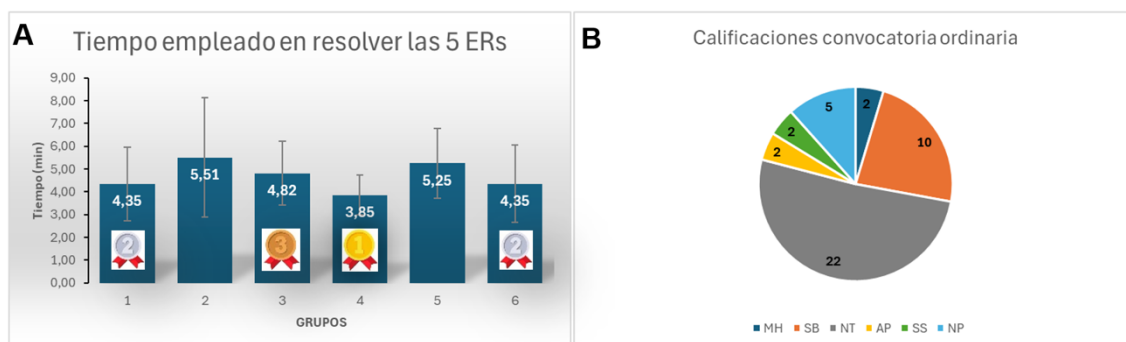


Figura 4. Curso académico 2023/2024. A) Gráfico que muestra el tiempo medio empleado por cada grupo en resolver las 5 ERs y los puestos del ranking (media \pm DE). B) Calificaciones obtenidas en el examen de la convocatoria ordinaria. MH: Matrícula de honor SB: Sobresaliente; NT: Notable; AP: Aprobado; SS: Suspenso; NP: No presentado.

A continuación se detallan, de forma más específica, los resultados obtenidos durante el curso 2023/2024. Todos los alumnos que participaron en la actividad se presentaron al examen de la asignatura en convocatoria ordinaria excepto uno, integrante del grupo 4, grupo que obtuvo el primer puesto del *ranking*. Este alumno tampoco se presentó al examen de la convocatoria extraordinaria. De todos los alumnos presentados al examen ordinario (38), no lo superaron dos, ambos integrantes de los grupos que no entraron en el *ranking* (grupos 2 y 5). La calificación media obtenida por los integrantes del grupo 4, primer puesto del *ranking*, fue $8,03 \pm 0,8$ (2 SB y 4 NT). La calificación media obtenida por los integrantes que ocuparon el segundo puesto del *ranking* (grupos 1 y 6) fue $8,4 \pm 0,7$ (1 MH, 2 SB y 9 NT) y la de los integrantes del grupo que ocupó el tercer puesto del ranking (grupo 3) fue $7,6 \pm 1,5$ (2 SB, 9 NT y 1 AP). Uno de los 5 alumnos que no participó en la actividad superó la asignatura en convocatoria ordinaria con una calificación de NT y, los otros 4, no se presentaron al examen en ninguna de las convocatorias. La segunda MH la obtuvo un estudiante cuyo grupo no alcanzó los primeros puestos del *ranking*. Finalmente, los dos estudiantes que no superaron la asignatura en la convocatoria ordinaria lo hicieron en la extraordinaria con las calificaciones de AP y NT.

Respecto al grado de satisfacción con la actividad, durante el primer curso, el 100% de participantes otorgó una puntuación por encima de 3 y ese mismo porcentaje indicó que le hubiese gustado realizar la misma actividad con el resto de los bloques temáticos de la asignatura. Durante el segundo curso de implantación, la encuesta de satisfacción fue realizada por 32 de los 38 alumnos que participaron en la actividad. La mayoría indicaron estar muy satisfechos con la organización de la actividad (96,68%). También indicaron que los objetivos

eran claros y concretos (96,88%), que los contenidos tratados les resultarían útiles a la hora de preparar el examen final de la asignatura (93,76%) y que era una actividad fácil de realizar (96,89%) y motivadora (96,88%).

En respuesta a la pregunta “¿Le hubiese gustado realizar esta actividad con el resto de los bloques temáticos de la asignatura?” el 78,13% indicó SI, el 9,38% NO y 12,5% no contestó.

Así mismo, se solicitó que indicasen aspectos que a su juicio mejorasen la actividad y las respuestas fueron, entre otras:

Me gustaría que se hiciese una actividad de este tipo en cada tema, y que, en lugar de suponer ayudas para el examen final, se utilizase como criterio de evaluación continua. Se puntuase con nota.

Todo muy bien.

Ninguno, ha sido maravillosa. Ojalá haber hecho la actividad respecto a todos los temas de la asignatura.

Una vez realizado el examen de la convocatoria ordinaria, se solicitó que indicasen, en una consulta programada en el campus virtual, si les había resultado útil la realización de las ERs a la hora de hacer el examen y el 61,8% nos indicó que sí, el 6,4% que no y el resto no contestó.

DISCUSIÓN

La constante necesidad de actualizar los métodos educativos debe ser considerada siempre para mejorar la calidad de la educación. Por ello, cada vez es más frecuente recurrir a las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y a aplicaciones lúdicas que apoyen este proceso.

Hoy en día, nuestros estudiantes son nativos digitales y las metodologías tradicionales ya no tienen en ellos el mismo impacto que tenían hace unos años. Por ello, la gamificación está ganando un lugar importante a todos los niveles, siendo utilizada como técnica para motivar a los alumnos durante su proceso de aprendizaje (Lee y Hammer, 2011, Carbajal *et al.*, 2022).

Entre las diversas actividades de gamificación que se pueden implementar en el aula, destaca el diseño y uso de ERs virtuales como herramientas de aprendizaje basadas en el juego digital. Las ERs pueden inspirar a los alumnos a buscar conocimiento, ayudarles a reflexionar y fomentar una motivación intrínseca para aprender y explorar diferentes áreas del conocimiento.

El estudio de la Histología, concretamente la Histología especial, suele representar un gran desafío para nuestros alumnos, quienes a menudo indican que tienen dificultades para comprender e integrar los conocimientos impartidos, considerándola una materia compleja. Por ello, este trabajo ha tenido como

objetivo principal incentivar la motivación de los estudiantes del Grado en BMyTA hacia los contenidos de la asignatura Histología Médica del primer curso, facilitando así su proceso de aprendizaje.

Durante el primer curso de implantación de esta metodología, los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios y por ello decidimos ampliarlo realizando ERs virtuales de otros bloques temáticos y no únicamente del sistema digestivo. Los resultados obtenidos durante el siguiente curso académico fueron mejores y la participación en la actividad se incrementó (75,5% en 2022/23; 83,4% en 2023/24).

A pesar de que en el segundo curso académico las ERs se realizaron de forma presencial, el tiempo en realizarlas se redujo respecto al anterior curso académico. Durante el segundo año, en ningún caso el tiempo empleado en resolver las 5 ERs fue superior a 6 min y durante el primer año, excepto el grupo que obtuvo el primer puesto, todos los grupos resolvieron las 3 ERs en un tiempo medio de entre 7 y 10 min. Estos resultados no son los esperados, puesto que al realizarse de forma presencial y, sin acceso a internet, libros o apuntes, esperábamos que tardasen más en resolver las diferentes pruebas. Esto no ha sido así y lo que nos indica es que nuestros alumnos realizaban la actividad adquiriendo los conocimientos necesarios previamente. De esta manera hemos fomentado el estudio constante de la materia y la adquisición de conocimientos, hecho que se ha visto reflejado en una mejora de las calificaciones finales.

Respecto al grado de satisfacción con la actividad, en ambos cursos académicos, nuestros alumnos nos indicaron estar muy satisfechos. También nos indicaron que los contenidos tratados les resultaron útiles a la hora de preparar el examen final de la asignatura, que es una actividad fácil de realizar y motivadora. Respecto a esta última apreciación hay que indicar que el desarrollo y realización de las ERs, es una tarea en la que hay que invertir mucho tiempo y que no siempre es fácil encontrarlo para integrar esta actividad dentro del calendario académico de la asignatura.

CONCLUSIONES

La realización de ERs virtuales en la asignatura Histología Médica del Grado en BMyTA ha resultado una actividad motivadora, útil para afianzar conocimientos y, por lo tanto, ha favorecido el proceso de aprendizaje de nuestros alumnos.

Una vez desarrolladas y programadas, las ERs se pueden utilizar en el aula como objeto de aprendizaje o se pueden proponer como actividad voluntaria para que sean realizadas fuera del aula.

Una vez creadas, las ERs pueden ser utilizadas en otros grados en los que se imparten conocimientos similares, en nuestro caso, se utilizarán en el grado de Medicina en el cual impartimos la misma materia, pero a un número mucho más

elevado de estudiantes con los que realizarla de forma presencial es prácticamente imposible.

AGRADECIMIENTOS

A todos nuestros alumnos de la asignatura Histología Médica por haber participado en la actividad propuesta, sin su colaboración no habría sido posible llevar a cabo este trabajo de innovación docente.

Al Centro VirtUVa de la Universidad de Valladolid por su financiación y apoyo para llevar a cabo los Proyectos de Innovación Docente PID_22_23_045 y PID_23_24_071 cuyos resultados se muestran en el presente trabajo.

REFERENCIAS

- Carbajal Destre, P., Palacios Garay, J., Rodríguez Barboza, J.R., y Ávila Sánchez, G.A. (2022). Gamificación como técnica de motivación en el nivel superior. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(23), 484-496. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i23.351>.
- Lee J.J. y Hammer J. (2011). Gamification in education: What, how, why bother?. *Acad. Exch. Q.*, 15(2), 146.
- Nicholson, S., (2015). Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities. <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>. (fecha de acceso marzo 2025)
- Nicholson, S., (2018). Creating engaging escape rooms for the classroom. *Child. Educ.*, 94(1), 44-49. <https://doi.org/10.1080/00094056.2018.1420363>
- Salvador-Gómez, A., Escrig-Tena, A.B., Beltrán-Martín, I. y García-Juan, B. (2022). El escape room virtual: herramienta docente universitaria para el desarrollo de competencias transversales y para la retención del conocimiento. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 21, 7-48. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.664>
- Spira L. (2017). Three years of room escapes: The growth of the US market. <https://roomescapeartist.com/2017/07/30/three-years-of-room-escapes-the-growth-of-the-us-market/> (fecha de acceso marzo 2025)

Histogram_CR. Uso de las redes sociales para favorecer el aprendizaje práctico del alumnado de la asignatura de Histología en la Facultad de Medicina de Ciudad Real

Frontiñán-Rubio, J., Durán-Prado, M., Rabanal-Ruiz, Y., Alcaín-Tejada, F.J. y Peinado-Mena, J.R.

Grupo de Estrés Oxidativo y Neurodegeneración. Departamento de Ciencias Médicas. Facultad de Medicina de Ciudad Real

RESUMEN: La irrupción de las cámaras de alta resolución en los dispositivos móviles y tabletas ha cambiado la forma en que el alumnado trabaja en una sala de microscopía. Se ha evolucionado del dibujo de las distintas estructuras observadas a través de los oculares a la obtención de fotografías con dichos dispositivos. Este hecho supone una serie de ventajas para el alumnado, pero también genera inconvenientes que pueden afectar a su formación y, por lo tanto, hacer de esta tecnología, un elemento contraproducente a la hora de alcanzar los objetivos marcados por el profesorado.

El objetivo del proyecto Histogram_CR es abordar los posibles inconvenientes planteados a través del uso de redes sociales, fomentando el trabajo en grupo y la obtención de los objetivos marcados en la guía docente. Para ello se creó una cuenta en la red social Instagram donde el profesorado ha subido imágenes realizadas por el alumnado tras pasar por dos filtros (por parte del propio alumnado y posteriormente del profesorado). Además, la cuenta sirve para informar sobre noticias de actualidad relacionadas con la asignatura, para la realización de ejercicios de apoyo, etc., todo ello de forma gamificada e interactiva.

Todo el material será almacenado, a su vez, en el campus virtual de la asignatura para que todo el alumnado tenga acceso (permitiendo así el acceso al alumnado que no tenga cuenta en Instagram o no quiera usarla para esta función docente). Se ha evaluado el efecto de esta herramienta comparando las calificaciones obtenidas en los exámenes prácticos antes y después de la implantación del proyecto y se ha pasado una encuesta al alumnado para valorar la utilidad docente del proyecto, obteniendo resultados muy favorables.

PALABRAS CLAVE: microscopía, histología, redes sociales, trabajo en equipo, aprendizaje colaborativo.

ABSTRACT: The advent of high-resolution cameras in mobile devices and tablets has transformed the way students work in a microscopy lab. The traditional method of

La docencia de la Biología Celular en la universidad. Un recorrido a través de distintas experiencias,
Eds. M. Durán, M. Molina y X. Ponsoda

Publicacions de la Universitat de València, 2025. ISBN: 978-84-9133-793-5, CC BY-NC-ND 4.0

drawing observed structures through the eyepieces has evolved into capturing photographs using these devices. While this shift offers several advantages for students, it also presents challenges that may impact their learning and, consequently, turn this technology into a counterproductive tool for achieving the educational objectives set by faculty.

The Histogram_CR project aims to address these potential drawbacks through the use of social media, fostering teamwork and ensuring the attainment of learning objectives outlined in the course syllabus. To this end, an Instagram account was created where faculty members upload images taken by students after undergoing two filtering processes (first by the students themselves and then by the faculty). Additionally, the account serves as a platform for sharing relevant news related to the subject, providing supplementary exercises, and promoting interactive and gamified learning experiences.

All materials are also stored in the course's virtual campus, ensuring access for all students, including those who do not have an Instagram account or prefer not to use it for academic purposes. The impact of this tool has been assessed by comparing students' practical exam scores before and after the project's implementation. Furthermore, a survey was conducted to evaluate students' perceptions of the project's educational value, yielding highly favorable results.

KEYWORDS: microscopy, histology, social media, teamwork, collaborative learning.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la histología en los estudios de medicina ha experimentado una transformación significativa con la integración de tecnologías digitales. Tradicionalmente, el alumnado dependía del uso de microscopios ópticos y la elaboración de dibujos manuales para estudiar las estructuras tisulares bajo la supervisión del profesorado. Sin embargo, este enfoque presenta limitaciones, como la variabilidad en la calidad de las preparaciones, la dificultad de obtención de algunas preparaciones histológicas o la subjetividad en las interpretaciones (Yang, 2023).

La introducción de la microscopía virtual (y de atlas virtuales) ha permitido al alumnado acceder a imágenes digitalizadas de alta resolución de preparaciones histológicas, facilitando un aprendizaje más consistente y accesible. Esta tecnología no solo mejora la calidad de la enseñanza, sino que también permite la integración de herramientas interactivas que enriquecen la experiencia educativa. Universidades de todo el mundo cuentan con atlas digitales de histología accesibles de forma gratuita. Además, la implementación de otras herramientas de auto-aprendizaje en línea ha proporcionado al alumnado recursos adicionales para complementar su formación, como puede ser material en formato vídeo, modelos tridimensionales de tejidos histológicos, etc (Meyer, 2023).

La digitalización de la histología representa una tendencia emergente en la educación médica, ofreciendo plataformas que integran imágenes de alta definición, leyendas informativas y materiales de aprendizaje relevantes. Estas herramientas ayudan al alumnado al desarrollo de un mayor trabajo autónomo y ofrecen flexibilidad dada su accesibilidad. Todas estas herramientas alcanzaron una relevancia notable durante la pandemia por COVID-19, donde la docencia universitaria se adaptó a modelos *online* o híbridos (Silva *et al.*, 2024, Yang, 2023).

En este contexto de digitalización irrumpen las cámaras digitales de alta resolución en el aula de microscopía, a través de teléfonos móviles o tabletas. La integración de dispositivos móviles en la enseñanza de la histología ofrece ventajas significativas, como la posibilidad de capturar imágenes de alta calidad de preparaciones microscópicas, anotarlas y compartirlas con el resto de la clase, lo que potencia el aprendizaje colaborativo (Deeken *et al.*, 2020). Este material podrá ser utilizado por el alumnado fuera del aula en sus sesiones de estudio e incluso permite la elaboración de cuadernos de laboratorio (o atlas) digitales. Este enfoque se alinea con las estrategias educativas contemporáneas, que aprovechan la tecnología para fomentar el aprendizaje activo y la participación del alumnado (Lopez-Espejo *et al.*, 2022). Ante esta realidad, las instituciones educativas pueden optar por limitar el uso de las cámaras en dichas prácticas o integrarlas como herramientas docentes para potenciar el aprendizaje. En este proyecto, hemos optado por la segunda opción, al considerar que estos dispositivos pueden aportar un gran valor educativo.

Sin embargo, se ha observado como el uso de las cámaras en la docencia práctica en diferentes estudios presenta limitaciones (Nikpeyma *et al.*, 2021). En el caso concreto del aprendizaje práctico de Histología se han identificado una serie de desafíos: 1) Difusión incorrecta de información: el alumnado comparte las imágenes mediante aplicaciones de mensajería con el resto de la clase, favoreciendo que se difunda información incorrecta sobre las preparaciones histológicas y, por lo tanto, la generalización de errores. 2) Sobrecarga de información: al finalizar cada práctica el alumnado acumula una gran cantidad de imágenes, lo que puede dificultar el estudio efectivo. 3) Falta de evaluación crítica: este exceso de imágenes y la facilidad para adquirirla puede reducir la capacidad crítica del alumnado a la hora de seleccionar regiones y zonas de estudio importantes y alineadas con los objetivos de la práctica. Para mitigar estos problemas se propone una metodología que integra el uso de smartphones o tabletas, microscopía óptica tradicional, trabajo colaborativo y redes sociales.

Las investigaciones indican que el uso de dispositivos móviles y redes sociales en la educación médica puede mejorar la adquisición de conocimientos, el desarrollo de habilidades y la actitud del alumnado (Deeken *et al.*, 2020). Además, la integración de redes sociales en la educación médica ha demostrado que aumenta la participación del alumnado, proporciona retroalimentación

inmediata y facilita la colaboración y el desarrollo profesional (Lopez-Espejo *et al.*, 2022). Estas plataformas permiten al alumnado acceder a una gran cantidad de recursos y conectar con expertos y compañeros a nivel mundial, enriqueciendo así su experiencia de aprendizaje (Deeken *et al.*, 2020, Lopez-Espejo *et al.*, 2022). Sin embargo, es importante reconocer y abordar los desafíos asociados con el uso de dispositivos móviles y redes sociales en entornos educativos (D'Souza *et al.*, 2021).

En este escenario educativo se plantea el proyecto Histograma_CR cuyo objetivo es abordar los posibles inconvenientes planteados a través del uso de dispositivos móviles y redes sociales en el aula de Histología, fomentando el trabajo en grupo, el análisis crítico y la obtención de los objetivos marcados en la guía docente. Para ello se creó una cuenta en la red social Instagram donde el profesorado subió las imágenes realizadas por el alumnado tras pasar por dos filtros de revisión (por parte del propio alumnado y posteriormente del profesorado). Los objetivos específicos planteados son los siguientes:

- Crear una base de datos online de imágenes de microscopía obtenidas a través de dispositivos móviles y tabletas filtrada y explicada tanto por el profesorado como por el alumnado de la asignatura, a la que solo tiene acceso el alumnado del curso 2023-2024 matriculado en la asignatura de Histología.
- Fomentar el trabajo en equipo y la discusión sobre los objetivos de las prácticas de la asignatura de Histología del primer curso del Grado de Medicina en Ciudad Real.
- Fomentar un uso responsable y útil de dispositivos móviles y tabletas en el aula de microscopía.
- Establecer un debate crítico y constructivo entre alumnado y profesorado sobre el uso de estos dispositivos en el aula.
- Mejorar el conocimiento del alumnado sobre las diferentes estructuras histológicas abordadas en los diferentes módulos docente de la asignatura.

METODOLOGÍA

Contexto docente e implementación

El presente proyecto se ha desarrollado en la asignatura de Histología del grado en Medicina de la Facultad de Medicina de Ciudad Real (Universidad de Castilla-La Mancha - UCLM). Se trata de una asignatura impartida en el segundo semestre del primer curso, con una carga docente de 6 créditos. Este proyecto se enmarca en un modelo docente innovador basado en la docencia integrada a 3 grupos docentes pequeños (25-28 estudiantes), una potenciación del

autoaprendizaje, una evaluación continua real donde el alumnado es el centro de la docencia y una parte activa de la misma, lo que permite la implementación de metodologías innovadoras.

De forma muy resumida, el modelo educativo de la Facultad de Medicina de Ciudad Real se basa en un sistema de módulos de objetivos. En el caso de la asignatura de Histología, se estructura en 5 módulos, organizados en bloques de tres semanas. Cada módulo de objetivos sigue una secuencia de cinco fases diseñadas para optimizar el aprendizaje: Fase 1 - Teórica: En esta etapa, el profesorado presenta los objetivos del módulo y expone los conceptos clave mediante lecciones magistrales; Fase 2 - Autoaprendizaje: Durante este período, el alumnado profundiza en los conocimientos adquiridos a través del autoestudio, trabajo en grupo y prácticas supervisadas; Fase 3 - Puesta en común: En esta fase, el alumnado participa activamente en seminarios, casos clínicos, preguntas abiertas y debate; Fase 4 - Prácticas: Se centra en la aplicación práctica de los conocimientos mediante prácticas en el laboratorio de microscopía. Cada estudiante tiene acceso a un microscopio y un juego de preparaciones histológicas. Esta fase permite integrar y reforzar los aprendizajes previos en un entorno real; Fase 5 - Evaluación: La evaluación es simultánea para todas las asignaturas dentro del módulo e incluye diferentes abordajes de evaluación.

El proyecto Histogram se ha integrado en los módulos docentes 3, 4 y 5 del curso 2023-2024 durante las fases 4 de dichos módulos. Los módulos 1 y 2 han sido utilizados como módulos control.

Creación de perfil en la red social Instagram

El profesorado de la asignatura creó la cuenta Histogram_CR en enero de 2024 en la red social Instagram, siguiendo una serie de directrices que se detallan a continuación: se trata de una cuenta privada; para el acceso, el alumnado tiene que solicitar seguir la cuenta y mediante mensaje directo indicar una contraseña facilitada por el profesorado, además del nombre del estudiante; desde la cuenta Histogram_CR no se sigue a ninguna cuenta de alumnado, respetando así su privacidad; los fines del perfil Histogram_CR son estrictamente docentes.

Desarrollo

Durante el desarrollo de la fase 4 el alumnado se distribuye en subgrupos de 4-5 estudiantes (cada estudiante cuenta con un microscopio y un juego de preparaciones histológicas). Todo el alumnado lleva a cabo la práctica siguiendo el procedimiento habitual. El profesorado, además, asigna a cada subgrupo una o varias preparaciones "Histogram". Dado que la docencia está estructurada en 3 grupos docentes, el profesorado asigna cada preparación a 3 subgrupos.

Durante el desarrollo de la práctica cada alumno/a obtiene fotografías con el dispositivo móvil a través de los oculares de sus preparaciones "Histogram" y las pone en común con el resto del subgrupo. Al finalizar la práctica el subgrupo escoge cuatro fotografías de cada preparación histológica que representen los objetivos planteados en las prácticas. Las imágenes deben ir acompañadas de una pequeña descripción. El alumnado envía las imágenes directamente por la aplicación de Instagram o por correo electrónico al profesorado, tras lo cual se evalúa la calidad de las imágenes y se suben a la cuenta Histogram_CR. En este punto el profesorado aporta retroalimentación a cada subgrupo indicando errores que pueda haber en las imágenes o descripciones. De esta forma, para cada preparación hay 3 bloques de 4 imágenes (un bloque por grupo docente) que el alumnado tiene disponible para el estudio. Además, en los comentarios de las imágenes el alumnado interacciona para plantear dudas.

Las imágenes también se suben a un repositorio en el Campus Virtual. De esta forma el alumnado que desee no utilizar la aplicación de Instagram o que no tenga usuario, también puede acceder a todas las imágenes y descripciones.

Evaluación

El impacto del proyecto Histogram se ha medido en dos dimensiones:

- Impacto subjetivo sobre el aprendizaje: se realizó una encuesta al finalizar el curso en la que se preguntó sobre la utilidad percibida del proyecto, el interés y el impacto subjetivo sobre el aprendizaje. Se trató de una encuesta anónima en la que se plantearon las siguientes cuestiones: ¿Cómo ha sido de útil el proyecto Histogram para el aprendizaje del contenido práctico de la asignatura de Histología (módulos 3 a 5)? ¿Cómo ha sido de útil el proyecto Histogram para integrar el contenido teórico de la asignatura de Histología (módulos 3 a 5)? ¿Qué impacto crees que ha tenido el proyecto Histogram sobre la nota del examen práctico de los módulos 3 y 4? Todas ellas preguntas tipo Net Promoter Score con una evaluación de 0 (nada útil/ningún impacto) a 10 (muy útil/mucho impacto). Además de una pregunta de respuesta abierta donde se solicitó propuestas de mejora del proyecto.
- Impacto objetivo sobre el aprendizaje: a lo largo del curso el alumnado realiza cuatro exámenes prácticos correspondientes a los módulos 1 y 2; 3 y 4; 5 y un examen final. Se compararon las notas medias de los exámenes de los módulos 3 - 5 con los módulos 1 y 2 (en los que no se implementará el proyecto). En el caso del examen final las preguntas se segregaron para el análisis entre preguntas de los módulos 1-2 y preguntas de los módulos 3-5. Además, se compararon las notas con los mismos exámenes de años anteriores. De esta forma se obtuvo un valor

sobre el propio grupo usando los módulos 1 y 2 como control de calificación y con respecto a cursos previos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo de la actividad

En total se subieron 40 publicaciones a la cuenta Histogram con más de 150 imágenes de 26 preparaciones histológicas. Todos los subgrupos enviaron las imágenes de las preparaciones asignadas en los 3 módulos en los que se implementó el proyecto. El alumnado escogió diferentes aproximaciones para la preparación de las imágenes y sus anotaciones (Figura 1).

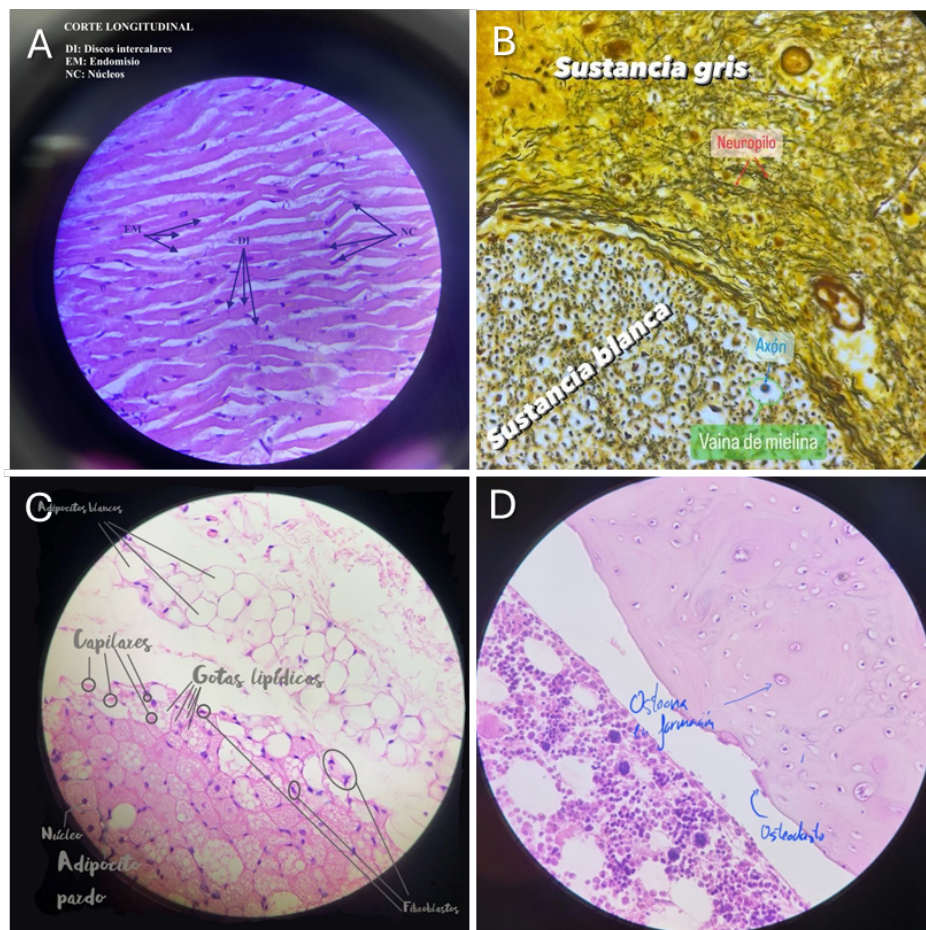


Figura 1. Ejemplos de imágenes y anotaciones realizadas por el alumnado y publicadas en la cuenta Histogram_CR. Preparación de músculo cardíaco (A), tejido nervioso (B), tejido adiposo (C) y tejido óseo (D).

En general la calidad de las imágenes y anotaciones fue buena, aunque el profesorado tuvo que revisar y corregir varias imágenes.

Percepción y adherencia del alumnado

El proyecto mostró una gran adherencia con un seguimiento en la cuenta Histogram_CR de 80 estudiantes de 82 matriculados en evaluación continua. La encuesta de evaluación del programa, anónima y voluntaria, fue respondida por 72 estudiantes que mostraron un elevado grado de satisfacción con el proyecto y el aprendizaje derivado. La pregunta sobre percepción del proyecto en el aprendizaje fue respondida con la máxima calificación (10/10; muy útil) por el 83,33% del alumnado (Figura 2A). Con respecto a la pregunta que abordó la importancia del proyecto en el aprendizaje teórico de la asignatura, un 69,44% consideró que fue muy útil (10/10) (Figura 2B). Finalmente, en la pregunta relativa al impacto del proyecto sobre la calificación en uno de los exámenes de prácticas, un 66,67% del alumnado consideró que tuvo mucho impacto (10/10) (Figura 2C). Es importante destacar que en las preguntas planteadas las respuestas en general mostraron un grado de satisfacción alto y solo una respuesta a la pregunta 2 (1,39%) fue de un valor inferior a 5.

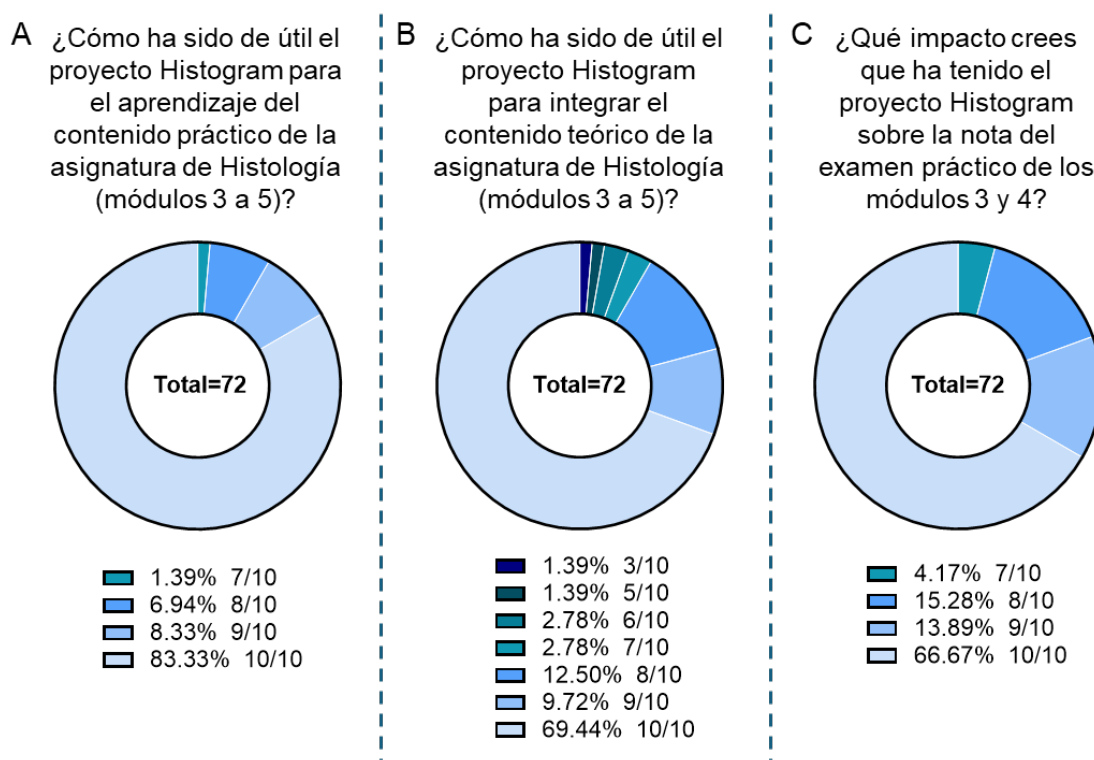


Figura 2. Resultados obtenidos en la encuesta de percepción del impacto del proyecto Histogram sobre el alumnado de primer curso del grado en Medicina de la Facultad de Medicina de Ciudad Real.

Los resultados obtenidos mostraron una percepción muy positiva por parte del alumnado que, además, mostró una gran adherencia con una elevada tasa de participación en la cuenta Histogram_CR. La implementación de imágenes digitalizadas en la docencia en Histología ha demostrado un gran interés por

parte del alumnado, prefiriendo este tipo de herramientas al microscopio tradicional (Becerra *et al.*, 2018), sin embargo, consideramos que el uso de este sigue siendo fundamental para el futuro profesional de la medicina. Mediante el uso de la microscopía se adquieren una serie de destrezas que no se pueden obtener mediante el uso de herramientas digitales, por lo tanto, proponemos estrategias híbridas que combinen la visualización en directo a través del microscopio con imágenes que puedan ser utilizadas como material de estudio.

Es importante destacar la combinación del trabajo en equipo con el uso de redes sociales lo cual puede explicar la adherencia del alumnado. Instagram es una red social con gran uso entre la comunidad universitaria, además es una red social centrada en las imágenes que pueden ir acompañadas de largas descripciones, por lo que es ideal para su uso en la docencia en histología, anatomía patológica, etc (Deeken *et al.*, 2020). Los resultados de percepción obtenidos han sido similares a los de otras iniciativas que se asemejan a nuestra metodología como es el proyecto InstaHisto, de la Universidad de Carolina del Norte (Essig *et al.*, 2020). Sin embargo, en este proyecto fue el profesorado quien realizó las imágenes y las subió a la red social. Proyectos como InstaHisto o similares han usado las redes sociales como plataforma para generar repositorios de preparaciones histológicas, anatómicas, etc., digitalizadas (Douglas *et al.*, 2019, Essig *et al.*, 2020, Roa, 2021). Sin embargo, consideramos que el proyecto Histogram ha tenido gran adherencia, precisamente, por hacer partícipe al alumnado y por fomentar el trabajo colaborativo.

Impacto cuantitativo sobre las pruebas de evaluación

Durante el desarrollo de la asignatura de Histología, el alumnado se examina del aprendizaje práctico en 4 pruebas: tres exámenes de módulo (correspondientes con los módulos 1-2, 3-4 y 5) y un examen final que recapitula todos los módulos. Estos exámenes se realizan de forma síncrona en el aula de examen a través de la plataforma campus virtual y se basan de la identificación de estructuras celulares y tisulares en imágenes de microscopía de preparaciones histológicas.

Con el fin de hacer una primera aproximación cuantitativa al impacto del proyecto se compararon las calificaciones entre el examen de los módulos 1 y 2 (examen control, sin Histogram - NH), en los cuales no se implementó el proyecto Histogram en la docencia práctica y el resto de las pruebas de evaluación práctica. Se observó como en los módulos con el proyecto de innovación implementado (3, 4 y 5) se obtuvo una calificación superior al examen control (M1,2 (NH)) (Figura 3A). Con respecto al examen final la calificación fue alrededor de 2 puntos superior al examen control. Al desagregar la calificación obtenida en el examen final entre preguntas de los módulos 1 y 2 (Final 1,2 (NH)) y preguntas de los módulos 3-5 (Final 3-5) se observó que la calificación fue muy superior en las de los módulos donde se implementó Histogram (Figura 3A).

Estos datos revelan que la percepción subjetiva por parte del alumnado se correlacionó con una mayor calificación en las pruebas de evaluación. Con el fin de confirmar esta tendencia, se comprobaron las calificaciones de los mismos exámenes en el curso anterior (2022-2023), donde no se implementó esta iniciativa de mejora docente, y se observó como las calificaciones fueron inferiores en más de dos puntos para los exámenes de los módulos 3,4 y 5 y de 1,55 para el examen final, comparado con los exámenes donde se aplicó el proyecto Histogram (Figura 3B).

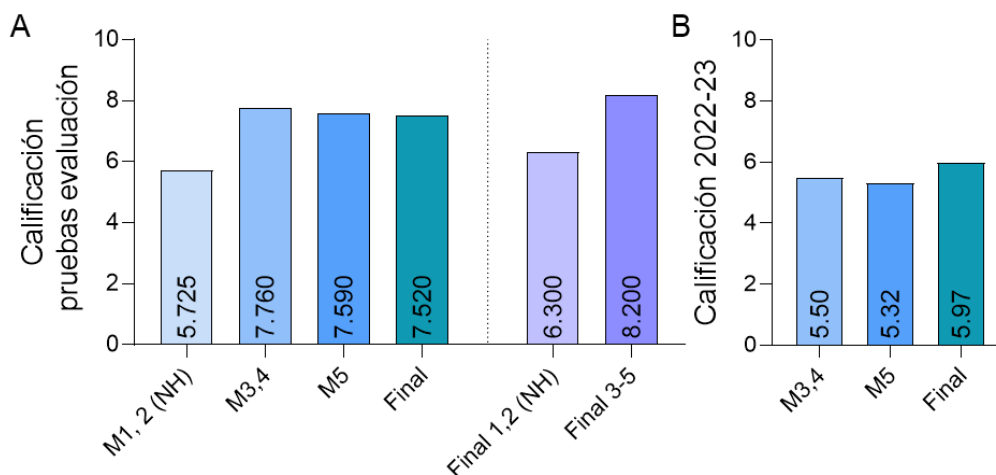


Figura 3. Resultados obtenidos en las pruebas de evaluación de la docencia práctica en los cursos 2023-24 (A) y 2022-23 (B).

Los resultados muestran el impacto directo sobre la calificación y por lo tanto sobre una medida objetiva del aprendizaje obtenido durante la docencia práctica. Consideramos que esta mejora en las calificaciones en los módulos donde se implementó Histogram se puede deber a diferentes factores:

- Trabajo colaborativo: se trata de un proyecto que fomenta el trabajo en equipo y el pensamiento crítico. Este tipo de abordajes metodológicos han demostrado tener éxito tanto a la hora de alcanzar objetivos docentes como de involucrar al alumnado (Sterpu *et al.*, 2024).
- Combinación de microscopía en el aula y microscopía virtual: el uso de microscopios virtuales y atlas digitales se ha establecido como un abordaje con impacto en la educación de la histología (Meyer, 2023). Sin embargo, los medios digitales no pueden desplazar el uso manual del microscopio. Una aproximación que combine ambas estrategias mejorará el aprendizaje del alumnado (Hande *et al.*, 2017).
- Uso de una red social: la integración de redes sociales en la docencia universitaria plantea ventajas y desafíos (Findyartini *et al.*, 2024). En este caso consideramos que permite un acceso fácil y de forma organizada al material docente práctico de la asignatura de Histología.

- Retroalimentación directa: el uso de la red social como atlas digital permitió una retroalimentación directa entre alumnado y con el profesorado.

Los resultados presentados sobre el proyecto hacen referencia a un solo curso académico, en las siguientes etapas se implementará en el curso académico 2024-2025, utilizando otros módulos docentes como módulos control. A su vez, se evaluará si el impacto en el aprendizaje se mantiene a lo largo del tiempo mediante el análisis de las calificaciones en asignaturas que implican el uso de preparaciones histológicas como son: Morfología, Estructura y Función del Cuerpo Humano (2º curso) y Anatomía Patológica (3º curso).

CONCLUSIONES

La implementación de la microscopía virtual en la docencia de Histología ha demostrado tener impacto positivo sobre el aprendizaje del alumnado. El uso de cámaras digitales para obtener imágenes de las preparaciones histológicas permite al alumnado crear sus propios atlas virtuales, aunque pueden tender a acumular un exceso de imágenes que pueden contener errores. El proyecto Histogram busca hacer un uso razonable y consciente de estas herramientas junto con las redes sociales en el aula de microscopía. Los resultados muestran un elevado grado de satisfacción por parte del alumnado, así como una mejora en las calificaciones. Todo ello resalta que atlas virtuales, cámaras digitales y redes sociales pueden tener un impacto positivo en la docencia si su uso se plantea desde un abordaje centrado en el aprendizaje y en la consecución de los objetivos docentes planteados.

REFERENCIAS

- Becerra, D., M. Grob, J. L. Assadi, C. Astorga, J. Tricio, R. Melelli, C. Silva y N. Sabag (2018). Academic achievement and perception of two teaching methods in histology: light and digital microscopy. Pilot study. *Int. J. Morphol.*, 36(3): 811-816.
- D'Souza, F., Shah, S., Oki, O., Scrivens, L. y Guckian, J. (2021). Social media: medical education's double-edged sword. *Future Healthcare J.*, 8(2): e307-e310. <https://doi.org/10.7861/fhj.2020-0164>
- Deeken, A.H., Mukhopadhyay, S. y Jiang, X.S. (2020). Social media in academics and research: 21st-century tools to turbocharge education, collaboration, and dissemination of research findings. *Histopathology*, 77(5): 688-699. <https://doi.org/10.1111/his.14196>
- Douglas, N.K.M., Scholz, M., Myers, M.A., Rae, S.M., Elmansouri, A. Hall, S. y Border, S. (2019). Reviewing the role of Instagram in education: Can a photo sharing application deliver benefits to medical and dental anatomy

- education? *Med. Sci. Educ.*, 29(4): 1117-1128.
<https://doi.org/10.1007/s40670-019-00767-5>
- Essig, J., Watts, M., Beck Dallaghan, G.L. y Gilliland, K.O. (2020). InstaHisto: Utilizing Instagram as a medium for disseminating visual educational resources. *Med. Sci. Educ.*, 30(3): 1035-1042.
<https://doi.org/10.1007/s40670-020-01010-2>
- Findyartini, A., Greviana, N., Hanum, C.; Wiyarta, E., Novariant, J.K., Nugroho Supranoto, Y.T., Rafa Ayusha, M.A., Oktaria, D., Sueningrum, A.S., Pratiwi, Y.S. *et al.* (2024). How is social media used for learning?: relationships between social media use by medical students with their self-regulated learning skills. *BMC Med. Educ.*, 24(1): 235.
<https://doi.org/10.1186/s12909-024-05222-7>
- Hande, A.H., Lohe, V.K., Chaudhary, M.S., Gawande, M.H., Patil, S.K. y Zade, P.R. (2017). Impact of virtual microscopy with conventional microscopy on student learning in dental histology. *Dent. Res. J. (Isfahan)*, 14(2): 111-116.
- Lopez-Espejo, M.E., Gil-Belmonte, M.J., Ruz-Caracuel, I., Leiva-Cepas, F. y Jimena, I. (2022). La implementación de Twitter e Instagram como herramientas complementarias durante las prácticas presenciales de histología. *FEM*, 25(3): 121-126. <https://dx.doi.org/10.33588/fem.253.1198>
- Meyer, G.T. (2023). Online, interactive, digital visualisation resources that enhance histology education. En *Biomedical Visualisation. Advances in Experimental Medicine and Biology*. Border, S., Rea, P.M., Keenan, I.D. eds: (Springer) pp. 125-160. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30379-1_6
- Nikpeyma, N., Zolfaghari, M. y Mohammadi, A. (2021). Barriers and facilitators of using mobile devices as an educational tool by nursing students: a qualitative research. *BMC Nursing*, 20(1): 226.
<https://doi.org/10.1186/s12912-021-00750-9>
- Roa, I. (2021). Utilización de Instagram como una herramienta pedagógica para la enseñanza de morfología en tiempos de COVID-19. *Int. J. Morphol.*, 39(4): 1063-1067.
- Silva, R.S.E., de Lima, P., Guedert, D.G., Freire, G.d.C.L. y Cerqueira, G.S. (2024). The increasing inclusion of technologies in histology teaching: A systematic review. *Morphologie*, 108(362): 100784.
<https://doi.org/10.1016/j.morpho.2024.100784>
- Sterpu, I., Herling, L., Nordquist, J., Rotgans, J. y Acharya, G. (2024). Team-based learning (TBL) in clinical disciplines for undergraduate medical students—a scoping review. *BMC Med. Educ.*, 24(1): 18.
<https://doi.org/10.1186/s12909-023-04975-x>
- Yang, J. (2023). Technology-enhanced preclinical medical education (Anatomy, Histology and occasionally, Biochemistry): A practical guide. En *Biomedical Visualisation. Advances in Experimental Medicine and Biology*. Border, S., Rea, P.M., Keenan, I.D. eds: (Springer) pp. 65-93.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-36727-4_4

Actividades de lectura enriquecida como estrategia motivadora para el aprendizaje colaborativo basado en “*Just in time teaching*”

Rabanal Ruiz, Y.¹, Ballesteros Yáñez, I.¹, Peinado Mena, J.R.¹, Frontiñán Rubio, J.¹, Durán-Prado, M.¹, Mazoterías Pardo, V.², Martín Espinosa, N.M.², Bouzas Mosquera, M.C.², Cobo Cuenca, A.I.², Carmona Torres, J.M.², Laredo Aguilera, J.A.², Mariano Juárez, L.³, Fairén, E.⁴ y Castillo Sarmiento, C.A.²

1. *Departamento de Ciencias Médicas. Facultad de Medicina de Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha*

2. *Departamento de Enfermería, Fisioterapia y terapia Ocupacional. Facultad de Enfermería de Toledo. Universidad de Castilla-La Mancha*

3. *Departamento de Enfermería. Facultad de Enfermería y Terapia Ocupacional. Universidad de Extremadura*

4. *Unidad de Educación Médica. Facultad de Medicina de Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha*

RESUMEN: La metodología *Just in time teaching* (JITT) es una versión suave de clase invertida centrada en vincular las actividades del alumnado dentro y fuera del aula. En este tipo de aproximaciones, el alumnado realiza una serie de actividades fuera del aula, con las que se pretende conocer su nivel para después poder adaptar la docencia presencial al conocimiento que el alumnado posee y resolver posibles dudas enfatizando en los contenidos que el alumnado encuentra más complejos. El objetivo principal de este proyecto se centra en potenciar el aprendizaje colaborativo del alumnado a través del uso de una metodología atractiva y motivadora en un entorno virtual de aprendizaje en el contexto de nuestro modelo educativo. Para ello, se ha empleado la herramienta Perusall, una plataforma de lectura y anotación colaborativa que permite al docente compartir con el estudiantado diferentes documentos, como textos o vídeos de interés, y proporciona un entorno de aprendizaje que promueve la interacción entre el alumnado. Además, evalúa la interacción que cada estudiante ha tenido con la plataforma al parametrizar y puntuar el tiempo dedicado a los textos/vídeos, así como la calidad de sus aportaciones en la actividad. Concretamente, se ha integrado el uso de Perusall en varias asignaturas de los Grados en Medicina y Enfermería y se ha determinado la aceptación del uso y satisfacción de esta tecnología tanto por parte del alumnado como del profesorado. Los resultados preliminares demuestran un elevado grado de aceptación en dos de las tres facetas descritas por el

modelo de aceptación de la tecnología: utilidad y facilidad de uso percibida. Sin embargo, la aceptación de esta tecnología es dependiente del contexto educativo en el que se desarrolla, incluso dentro del mismo Grado, poniendo de manifiesto la necesidad de definir cuidadosamente el marco en el que se desarrollan los entornos de aprendizaje. En el contexto específico de las asignaturas impartidas desde el área de Biología Celular, los resultados preliminares indican que más del 50% de los estudiantes lo considera una herramienta que le ayuda en la comprensión del contenido del curso y que ha mejorado su interés por la asignatura.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje colaborativo, *Just in time teaching*, Perusall

ABSTRACT: The Just-in-Time Teaching (JiTT) methodology represents a moderated version of the flipped classroom approach, focusing on bridging students' activities inside and outside the classroom. In this approach, students engage in a series of tasks outside the classroom to assess their knowledge level. This allows instructors to tailor in-person teaching to students' existing understanding and address potential difficulties, with a particular emphasis on the most challenging content. The primary objective of this project is to enhance students' collaborative learning through an engaging and motivating methodology within a virtual learning environment, aligned with our educational model. To this end, we have implemented Perusall, a collaborative reading and annotation platform that enables instructors to share various resources—such as texts and videos of interest—with students. This platform fosters student interaction while also evaluating each individual's engagement by measuring and scoring the time spent on texts/videos as well as the quality of their contributions to the activity. Specifically, Perusall has been integrated into multiple courses within the Medicine and Nursing degree programs, and both student and faculty acceptance and satisfaction with this technology have been assessed. Preliminary findings indicate a high level of acceptance in two of the three dimensions described in the Technology Acceptance Model: perceived usefulness and ease of use. However, the adoption of this technology is highly dependent on the educational context in which it is implemented, even within the same degree program, highlighting the need for a carefully defined framework when designing learning environments. In the specific context of courses delivered in the field of Cell Biology, preliminary results show that more than 50% of students perceive Perusall as a valuable tool that enhances their comprehension of course content and increases their interest in the subject.

KEYWORDS: Collaborative learning, Just in time teaching, Perusall

INTRODUCCIÓN

La educación universitaria actual enfrenta grandes desafíos debido a la acelerada transformación digital, la diversificación de modelos pedagógicos y la creciente demanda de personalización en el aprendizaje.

La integración de la tecnología en la enseñanza no solo ha ampliado el acceso a la información, sino que ha permitido nuevas formas de interacción entre docentes y estudiantes, fomentando metodologías más flexibles, participativas y centradas en el desarrollo de competencias (Bower, 2017). Estos avances han redefinido la dinámica educativa tradicional basada en la transmisión unidireccional de conocimiento para dar paso a nuevos modelos docentes centrados en el estudiante que priorizan el aprendizaje activo, la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento, con la finalidad de potenciar el pensamiento crítico, la colaboración y la autonomía. De esta forma, la personalización del aprendizaje y el uso de herramientas digitales han adquirido un papel clave, permitiendo una educación más flexible, adaptada a las necesidades y particularidades de cada estudiante (Popal *et al.*, 2024).

En este escenario educativo, es fundamental la implementación de metodologías que no solo incorporen la tecnología de manera eficiente, sino que además prioricen la participación del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo una mayor colaboración y comprensión por parte de los estudiantes.

Una de estas metodologías es el *Just-in-Time Teaching* (JiTT), una estrategia pedagógica que integra el aprendizaje previo con la interacción en el aula, a través de la vinculación de las actividades del alumnado dentro y fuera del aula. JiTT se basa en la premisa de que los estudiantes deben enfrentarse al material de estudio antes de la sesión presencial, generalmente a través de cuestionarios en línea, ejercicios breves o reflexiones sobre el contenido que son revisadas por el docente de forma previa a la clase. Todo esto tiene como objetivo incrementar la eficiencia del tiempo presencial en el aula ya que permite al docente conocer cuáles son los puntos donde más se debe incidir en clase en base al desempeño previo del alumno y ajustar la enseñanza a las necesidades del estudiantado, permitiendo así un aprendizaje más dinámico y personalizado (Simkins y Maier, 2023).

El potencial de JiTT radica en su capacidad para transformar la enseñanza tradicional basada en la transmisión de información en una experiencia de aprendizaje más interactiva y enfocada en el estudiante. Al reducir la distancia entre la preparación previa y la aplicación práctica de los conocimientos en el aula, esta metodología no solo mejora la retención del aprendizaje, sino que también refuerza el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas, mejorando la calidad de la enseñanza y la motivación de los estudiantes. Además, desde la llegada de las herramientas online, este tipo de enfoques metodológicos se ha visto potenciado, ya que la gran mayoría de ellas pueden funcionar de forma gratuita y permiten monitorizar de forma casi automática el desempeño de multitud de usuarios, lo que, a través del diseño eficiente de tareas, permite al docente una gestión más eficaz de su docencia, ya que establece un *feedback* inmediato y continuo entre estudiante y profesor.

Una de las herramientas estrella son las plataformas de lectura enriquecida que permiten al profesorado llevar un control de la interacción de sus estudiantes con textos de interés. Entre ellas se encuentra Perusall (<https://www.perusall.com/>), una plataforma de lectura y anotación colaborativa de texto desarrollada por un equipo de profesores e investigadores de la Universidad de Harvard, que fue concebida con la intención de potenciar la lectura activa de un documento además de fortalecer la competencia escrita, asertividad y pensamiento crítico de los estudiantes. Está orientada a promover la interacción estudiante-estudiante y estudiante-profesor ya que no solo permite compartir diferentes documentos, como ejercicios, preguntas o artículos científicos, sino que también facilita la interacción del profesor con sus estudiantes en cualquier momento. Esta herramienta admite cualquier tipo de contenido en formato texto y permite a los usuarios su lectura, así como realizar comentarios en línea sobre partes concretas del texto tanto por parte del docente como de los estudiantes. Estos comentarios pueden ser respondidos por el propio docente o bien por otros estudiantes y la herramienta es capaz de parametrizar tanto el tiempo de lectura de cada estudiante como la calidad de las aportaciones que ha realizado, lo que proporciona al docente una idea clara de qué secciones del documento son más sencillas de asimilar y cuáles más conflictivas. Su integración en el contexto de la docencia JiTT permite fomentar la participación activa del alumnado, mejorar la comprensión de los textos y promover el aprendizaje colaborativo a través de la interacción y el debate en torno a los materiales de estudio.

En el marco de este entorno educativo, el presente proyecto se plantea potenciar la participación activa del alumnado a través del uso de metodologías atractivas y motivadoras en un entorno virtual de aprendizaje, al mismo tiempo que se fortalece el desarrollo de las competencias docentes del profesorado implicado. Los objetivos específicos que se proponen son los siguientes:

- Mejorar los métodos de enseñanza centrados en el uso del aprendizaje cooperativo.
- Capacitar a alumnado y profesorado en las técnicas de aprendizaje cooperativo.
- Diseñar nuevas actividades docentes basadas en el aprendizaje cooperativo que faciliten la adquisición de las competencias generales y transversales.
- Fomentar el trabajo colaborativo y el intercambio de ideas.
- Estimular la discusión mediante la publicación de preguntas relevantes y comentarios constructivos.
- Aplicar en el aula las actividades docentes basadas en el aprendizaje cooperativo.

METODOLOGÍA

Diseño y participantes

Este proyecto tiene carácter transversal, basado en la cooperación entre titulaciones afines del ámbito de Ciencias de la Salud (Grados en Medicina y Enfermería) con diversidad en el contenido y competencias de las asignaturas involucradas. Se ha desarrollado como un estudio de investigación-acción encaminado a capacitar a alumnado y profesorado para integrar activamente métodos docentes basados en el aprendizaje cooperativo que mejoren los procesos de enseñanza-aprendizaje. Así, esta iniciativa se enfoca en dos ejes principales: por un lado, fortalecer las competencias en aprendizaje cooperativo tanto del profesorado como del alumnado y, por otro, diseñar y aplicar de una manera práctica actividades basadas en esta metodología en las asignaturas involucradas.

Como herramienta clave para la realización de actividades de lectura enriquecida, se propone el empleo de Perusall debido a que es una plataforma gratuita con una interfaz intuitiva que permite emplear una amplia variedad de formatos de contenido. Además, el proceso de registro y acceso a Perusall es sencillo y se puede hacer desde diferentes dispositivos como ordenadores, tabletas o móviles.

Las actividades asociadas a la plataforma Perusall se han integrado en asignaturas de primer y segundo curso del Grado en Enfermería y de primer curso del Grado en Medicina durante, al menos, 6 semanas dentro de una misma asignatura y a lo largo de un curso académico.

Desarrollo

Dada la naturaleza transversal del propio proyecto, las actividades de lectura enriquecida propuestas para potenciar el aprendizaje serán también de naturaleza muy variada, abarcando desde catálogos de problemas, capítulos de teoría, descripciones de técnicas o artículos científicos.

En cuanto al modo de empleo de la plataforma Perusall, también será dependiente del modelo educativo empleado en ambos grados. En el caso particular del Grado de Medicina, cuyo modelo docente está basado en la docencia integrada, cada asignatura se estructura en módulos de objetivos y cada uno de estos módulos se compone de 5 fases o etapas de trabajo. Durante la Fase 1 el profesorado expone los objetivos del módulo e imparte clases teóricas centrándose en los conceptos más importantes y complejos; la Fase 2 consiste en un periodo de autoestudio en el que el alumnado profundiza en los conocimientos adquiridos bajo la supervisión del profesorado; en Fase 3 se lleva a cabo la puesta en común de los conocimientos elaborados en la fase anterior a través de seminarios, resolución de problemas o casos clínicos; la Fase 4 se

basa en la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en las fases previas a través de prácticas en laboratorios o aulas de informática. El módulo finaliza con la Fase 5 de evaluación integrada del alumnado de todas las asignaturas que se imparten en el módulo. Así, las actividades con esta herramienta se han incorporado en la Fase 1 del modelo con el fin de explorar sus resultados en las Fases 3 y 4 de cada uno de los módulos.

En el caso concreto de la asignatura de Biología del Grado de Medicina, impartida durante el primer cuatrimestre del primer curso, la plataforma Perusall se ha integrado en 3 módulos de objetivos y las actividades propuestas se han basado principalmente en textos de artículos científicos, descripciones de técnicas y material de contenido práctico de microscopía óptica y electrónica.

Evaluación de la percepción de la plataforma por estudiantes

Con el fin de evaluar la percepción de los estudiantes sobre su experiencia de uso de la plataforma Perusall como parte de su aprendizaje, se ha desarrollado un cuestionario anónimo de carácter voluntario que contenía preguntas de carácter cualitativo y cuantitativo.

La evaluación cualitativa se ha centrado en valorar la satisfacción de los estudiantes y se basó en el trabajo de Constantinides y estudios previos de participantes del proyecto (Conde-Caballero *et al.*, 2023, Constantinides *et al.*, 2013). En ella se plantearon las siguientes cuestiones: En general, ¿qué te ha parecido la experiencia de usar Perusall como herramienta docente?; El uso de Perusall, ¿te ha proporcionado una aportación relevante en tu desempeño en la asignatura?; El uso de Perusall, ¿genera una mayor participación en el aula?; El uso de Perusall, ¿ha mejorado tu interés por la asignatura?

La evaluación cuantitativa se ha llevado a cabo siguiendo el Modelo de Aceptación de Tecnología (MAT), previamente adaptado por Sprenger y Schwaninger a herramientas de aprendizaje digital en contextos docentes (Sprenger y Schwaninger, 2021). Los cuestionarios MAT (descritos originalmente por Davis (Davis, 1989)) se diseñaron con el fin de analizar cómo los usuarios perciben una tecnología y predecir su aceptación o rechazo. Se basan en tres factores: la percepción de utilidad (PU), la percepción de facilidad de uso (PEOU) y la predicción de la intención de uso futura (BI) de la herramienta. En el cuestionario planteado a los estudiantes, las primeras 5 preguntas se centraron en la PU, las preguntas 6 a 10 en la PEOU y las preguntas 11 a 15 en la BI.

La parte cualitativa del cuestionario se evaluó mediante el empleo de una escala de Likert de 5 puntos, desde 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo), mientras que en el cuestionario MAT se empleó la escala de Likert

de 7 puntos, más comúnmente utilizada en este tipo de evaluación, desde 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 7 (totalmente de acuerdo).

Además, se incluyó una pregunta de respuesta abierta donde se solicitaba al estudiante que indicase las ventajas o inconvenientes de la herramienta, así como propuestas de mejora de su empleo.

Evaluación de la experiencia de uso del profesorado

Para evaluar la percepción del profesorado sobre la plataforma, se solicitó la elaboración de un diario de campo en el que registraran las principales valoraciones, tanto positivas como negativas, sobre su experiencia con la tecnología utilizada. En él se solicitó que incorporasen las experiencias de uso, así como otras cuestiones relacionadas con el desarrollo del proyecto y del uso de la plataforma.

RESULTADOS

Percepción del alumnado

La encuesta de evaluación de la plataforma se llevó a cabo de forma anónima y voluntaria una vez finalizadas las asignaturas y fue respondida por 270 estudiantes (193 del Grado en Enfermería y 77 del Grado en Medicina).

En primer lugar, se evaluó la percepción de los estudiantes sobre el entorno creado en Perusall como una herramienta capaz de fomentar la participación o aumentar la curiosidad sobre el contenido del programa de estudios.

El valor medio obtenido para la pregunta de si ha mejorado tu interés por la asignatura fue de $2,92 \pm 0,07$; para la pregunta de si genera una mayor participación en el aula fue de $3,17 \pm 0,08$ y para la pregunta de si ha proporcionado una aportación relevante en el desempeño de la asignatura fue de $3,43 \pm 0,07$. Finalmente, la valoración general de Perusall como herramienta docente fue $3,42 \pm 0,07$. La distribución de las respuestas se muestra en la Figura 1.

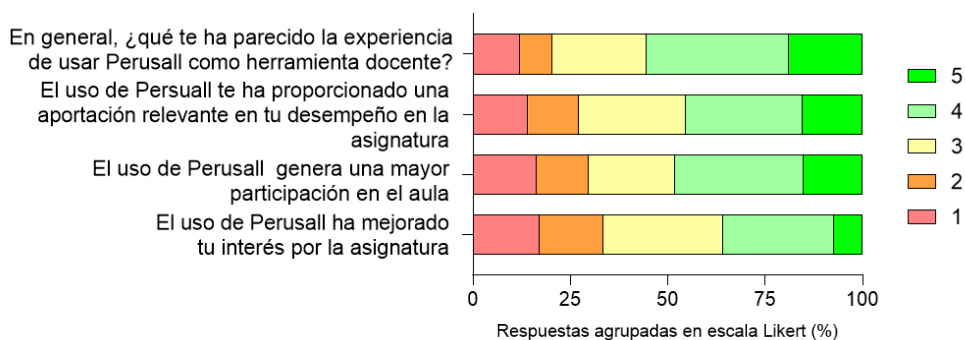


Figura 1. Resultados obtenidos de la percepción del entorno creado en Perusall por el alumnado de los Grados de Medicina de Ciudad Real y Enfermería de Toledo.

Es importante destacar que, de forma general, los resultados mostraron un grado de satisfacción medio-alto, ya que el valor medio de las respuestas a todas las preguntas formuladas fue de 3,24.

Aceptación de la tecnología como estrategia de aprendizaje

La evaluación de la aceptación del uso del entorno de aprendizaje Perusall mediante el Modelo de Aceptación de la Tecnología (MAT) mostró, en términos generales, una aceptación de la tecnología positiva, ya que la respuesta media en ninguno de los 15 ítems fue inferior a 4 (siendo 4 el término neutro) (Figura 2).

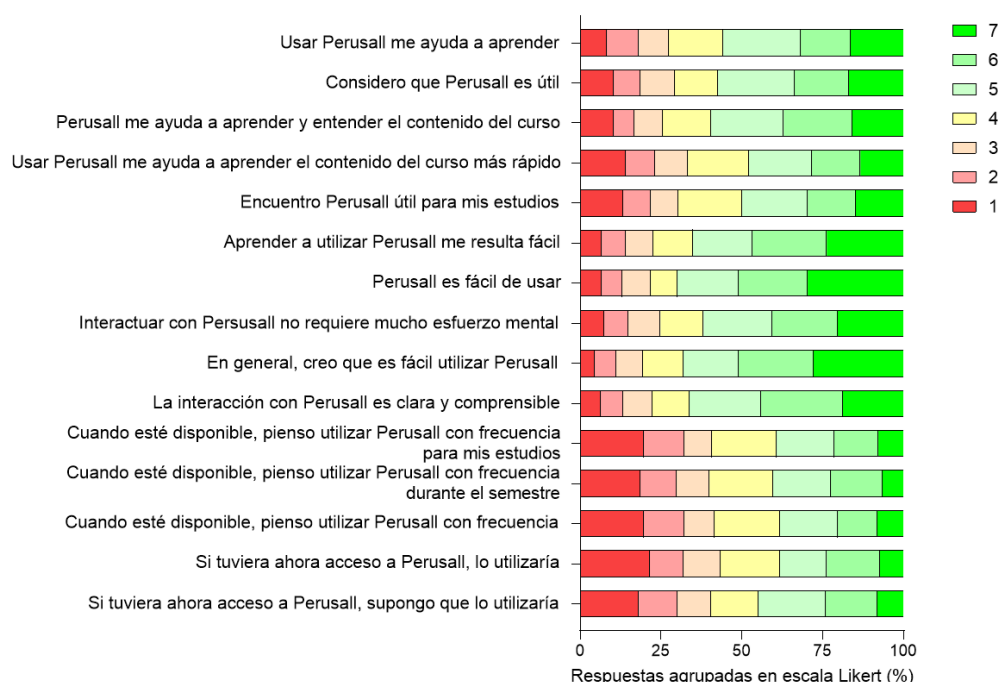


Figura 2. Resultados obtenidos de las respuestas al cuestionario de Modelo de Aceptación de la Tecnología por el alumnado de los Grados de Medicina de Ciudad Real y Enfermería de Toledo.

A partir de estos resultados, se analizó la aceptación de la tecnología por parte de los estudiantes, calculando la utilidad percibida, la facilidad de uso percibida y la intención de utilizar la herramienta en el futuro, tal y como se describe en la sección de Metodología. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 3A. La puntuación media para la utilidad percibida fue de $4,46 \pm 0,11$, para la facilidad de uso percibida de $4,92 \pm 0,1$ y para la intención de utilizar la herramienta en el futuro de $3,68 \pm 0,11$. Estos valores demuestran un elevado grado de aceptación en dos de las tres facetas descritas por el modelo de aceptación de la tecnología: utilidad y facilidad de uso percibida y un grado medio de aceptación en lo relativo a uso futuro de la herramienta.

Cuando se llevó a cabo la comparativa de la aceptación de esta herramienta entre los Grados en Medicina y Enfermería, aunque no se observaron diferencias

significativas, sí quedó reflejada una tendencia a una mayor aceptación en enfermería que obtuvo puntuaciones ligeramente superiores en las tres facetas (utilidad percibida $4,55 \pm 0,08$ vs. $4,30 \pm 0,22$; facilidad de uso percibida $5,00 \pm 0,09$ vs. $4,87 \pm 0,19$ e intención de uso en el futuro $3,88 \pm 0,10$ vs. $3,75 \pm 0,24$) (Figura 3B).

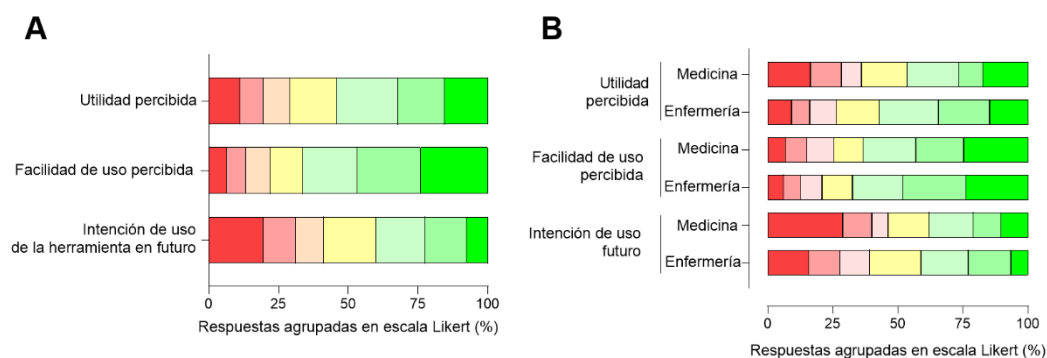


Figura 3. Resultados obtenidos de las respuestas al cuestionario de Modelo de Aceptación de la Tecnología clasificadas en utilidad percibida, facilidad de uso percibido e intención de uso de la herramienta en un futuro en el alumnado de los Grados de Medicina de Ciudad Real y Enfermería de Toledo de forma conjunta (A) y comparada (B).

Si bien los resultados generales obtenidos a partir de la comparativa entre los distintos grados muestran diferentes tendencias en cuanto a la adaptación a las nuevas metodologías y la participación en entornos virtuales de aprendizaje, es importante señalar que estos resultados están fuertemente condicionados por el contexto específico y el marco educativo en el que se aplican. En este sentido, al examinar los resultados de la asignatura de Biología, impartida en el primer curso del Grado en Medicina, cuya encuesta fue respondida por 52 estudiantes, los resultados obtenidos mostraron que la puntuación media para la utilidad percibida fue de $4,53 \pm 0,26$, para la facilidad de uso percibida de $5,13 \pm 0,22$ y para la intención de utilizar la herramienta en el futuro de $4,05 \pm 0,29$ (Figura 4).

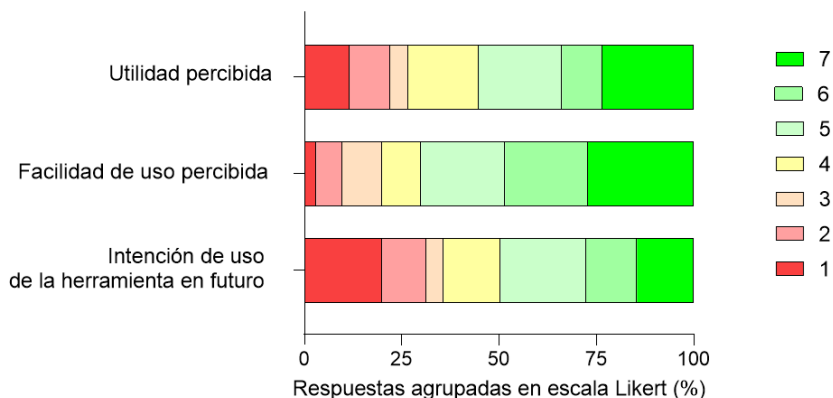


Figura 4. Resultados obtenidos de las respuestas del Modelo de Aceptación de la Tecnología clasificadas en utilidad percibida, facilidad de uso percibido e intención de uso de la herramienta en un futuro en el alumnado de Biología del primer curso del Grado de Medicina de Ciudad Real.

En todos los casos, se observó una mayor aceptación de la tecnología, ya que las puntuaciones obtenidas fueron superiores a la media de las observadas en los Grados de Medicina y de Enfermería, evidenciando variaciones significativas que reflejan cómo las características particulares de cada una de las asignaturas y el entorno de aprendizaje influyen directamente en el desempeño y la experiencia de los estudiantes.

Valoración de los estudiantes sobre la tecnología

En la última pregunta de la encuesta, se solicitó a los estudiantes que señalaran las principales ventajas y desventajas de la tecnología utilizada. Entre los aspectos positivos, destacaron una mayor interacción con sus compañeros, la posibilidad de resolver dudas y su utilidad para aclarar conceptos. Sin embargo, la principal desventaja mencionada fue el tiempo, ya que consideraron que la herramienta requiere un esfuerzo adicional cuando tienen una alta carga académica. Adicionalmente, señalaron como inconveniente la necesidad de adaptarse a trabajar en una nueva plataforma.

Valoración del profesorado sobre la tecnología

En relación con la opinión del profesorado, se registraron las principales valoraciones, tanto positivas como negativas, sobre su experiencia con la tecnología utilizada.

Entre los aspectos positivos, destacaron su carácter intuitivo, su versatilidad para integrar diversos formatos como vídeos, textos y cuestionarios, así como la capacidad de proporcionar información individual valiosa sobre cada estudiante. Además, resaltaron que la plataforma permite identificar errores conceptuales individuales que de otro modo pasarían desapercibidos, ofreciendo una oportunidad de aprendizaje significativa. También señalaron su utilidad para orientar temas que requieren mayor profundización y su eficacia en la evaluación cuantitativa del desempeño del estudiante.

En cuanto a las principales dificultades, mencionaron la falta de habilidades digitales de algunos docentes y estudiantes, así como la percepción negativa por parte de aquellos estudiantes acostumbrados a un aprendizaje más pasivo. Asimismo, indicaron que la timidez de ciertos estudiantes puede afectar su participación y que, en periodos de alta carga docente, el uso de la plataforma tiende a quedar relegado.

DISCUSIÓN

La incorporación de nuevas metodologías docentes es fundamental para mejorar la calidad del aprendizaje y responder a las necesidades de un entorno educativo en constante evolución. Estos enfoques innovadores no solo fomentan una mayor participación del estudiantado, sino que también promueven el desarrollo de habilidades clave como el pensamiento crítico, la autonomía y la capacidad de resolución de problemas, permitiendo una enseñanza más personalizada y adaptada a los distintos ritmos de aprendizaje. Mediante la integración de herramientas tecnológicas, se potencia además la motivación y el compromiso del alumnado, lo que contribuye a una formación más dinámica y acorde con los desafíos actuales.

Con el fin de aprovechar todo el potencial de estas herramientas para promover el aprendizaje, debemos ser conscientes de las barreras y limitaciones del contexto pedagógico en el que se va a implementar esta innovación pedagógica y, al mismo tiempo, comprender los beneficios que estas herramientas pueden ofrecer. Partiendo de esta base, el presente trabajo pretende aportar un valor añadido al conocimiento existente en el ámbito de la enseñanza de las ciencias de la salud, en el marco de una iniciativa conjunta entre docentes de los Grados en Medicina y Enfermería de la Universidad de Castilla-La Mancha.

El conjunto de los resultados recogidos en este proyecto muestra una percepción positiva del empleo de Perusall y un elevado grado de aceptación de la tecnología en dos de las tres facetas del modelo de aceptación de la tecnología (utilidad y facilidad de uso percibida). En este sentido, se destacó que la interfaz es intuitiva y no requiere gran aprendizaje previo. En relación con la utilidad percibida, se valoró que la plataforma facilita el acceso a los materiales de estudio, proporcionando una alternativa innovadora a las tareas tradicionales que fomenta un aprendizaje más dinámico con la posibilidad de recibir y ofrecer retroalimentación entre compañeros, lo que enriqueció el proceso de aprendizaje colaborativo. Asimismo, se resaltó el aumento de la interacción entre los estudiantes, favoreciendo un entorno más participativo. Estos resultados también se han observado en otros estudios en los que se destaca la efectividad de esta herramienta como medio para facilitar la participación activa de los estudiantes, demostrando que las anotaciones sociales previas a las clases, donde los estudiantes interactúan con el material de estudio, mejoran su rendimiento en evaluaciones posteriores fomentando un aprendizaje más activo que prepara mejor a los estudiantes para las clases presenciales (Cui y Wang, 2024, Hanč *et al.*, 2023).

Por otra parte, este trabajo también destaca los desafíos de JiTT, ya que la aceptación de esta tecnología es dependiente del contexto educativo en el que se desarrollan, incluso dentro del mismo Grado, lo que pone de manifiesto la necesidad de definir cuidadosamente el marco en el que se establecen los

entornos de aprendizaje y del desarrollo de nuevas investigaciones futuras que incidan en estas particularidades detectadas.

El modelo JiTT requiere una mayor inversión de tiempo por parte del docente en comparación con la forma tradicional de gestionar una clase basada en conferencias. Sin embargo, involucra a los estudiantes y fomenta el aprendizaje activo y la retroalimentación rápida, con una experiencia más interactiva (Marrs y Novak, 2004), por lo que los beneficios en la motivación y el compromiso de los estudiantes motivan a continuar mejorando su implementación y a optimizar su uso en futuras experiencias educativas en el ámbito de Ciencias de la Salud. Además, ponen de manifiesto la importancia de abordar los desafíos identificados para garantizar una adopción más efectiva, fomentando así su integración como un recurso didáctico clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

CONCLUSIONES

La plataforma de lectura enriquecida Perusall puede ser una herramienta útil para el aprendizaje en el ámbito de la salud, sin embargo, el éxito de las herramientas empleadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje requiere una definición clara y precisa de los entornos educativos, asegurando que éstos se adapten a las necesidades del estudiantado y los objetivos formativos. Por tanto, es necesario mejorar su implementación y optimizar su uso definiendo adecuadamente el marco en el que se desarrolla el entorno de aprendizaje.

REFERENCIAS

- Bower, M. (2017). *Design of technology-enhanced learning - Integrating research and practice*. (Emerald Publishing Limited) <https://doi.org/10.1108/9781787141827>
- Conde-Caballero, D., Castillo-Sarmiento, C.A., Ballesteros-Yáñez, I., Rivero-Jiménez, B. y Mariano-Juárez, L. (2023). Microlearning through TikTok in Higher Education. An evaluation of uses and potentials. *Educ. Inf. Technol. (Dordr)*, 2: 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11904-4>
- Constantinides, E., Lorenzo-Romero, C. y Alarcón-del-Amo, MdC. (2013). Social Networking Sites as Business Tool: A Study of User Behavior. En *Business Process Management. Studies in Computational Intelligence*, vol 444. Glykas, M. eds (Springer Heidelberg) pp. 221-240. https://doi.org/10.1007/978-3-642-28409-0_9
- Cui, T. y Wang, J. (2024). Empowering active learning: A social annotation tool for improving student engagement. *BJET*, 55(2): 712-730. <https://doi.org/10.1111/bjet.13403>

- Davis, F.D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13: 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Hanč, J., Hančová, M y Borovský, D. (2023). *Social reader Perusal -- a highly effective tool and source of formative assessment data*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.07188>
- Marrs, K.A. y Novak, G. (2004). Just-in-Time Teaching in biology: creating an active learner classroom using the Internet. *Cell. Biol. Educ.*, 3(1): 49-61. <https://doi.org/10.1187/cbe.03-11-0022>
- Popal, A.S.; Negussie, D., Hirgo, J.B., Negussie, Y., Tolani, C. y Japee, G.P. (2024). The impact of technology on higher education in the 21 st century: a systematic literature review. *GAP interdisciplinarity*, 7: 120-126.
- Simkins, S. P. y Maier, M.H. (2023). *Just in Time Teaching: Across the disciplines, and across the academy* (Routledge). <https://doi.org/10.4324/9781003445517>
- Sprenger, D. A. y Schwaninger, A. (2021). Technology acceptance of four digital learning technologies (classroom response system, classroom chat, e-lectures, and mobile virtual reality) after three months' usage. *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, 18: 8. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00243-4>

La utilidad de los vídeos en la docencia universitaria: análisis retrospectivo de la respuesta del alumnado y reflexiones

Megías, J.^{1,3,4}, San-Miguel, T.^{1,3,4}; Mauricio, M.D.^{2,4}, Monleón, D.^{1,3}, Morales, J.M.^{1,3,4}, Calabuig-Fariñas, S.^{1,3,4}, Montoliu, M.C.^{1,3} y Serna, E.^{2,4}

1. *Departamento de Patología, Facultad de Medicina y Odontología, Universitat de València*

2. *Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina y Odontología, Universitat de València*

3. *Grupo de innovación docente IDAAMED, Universitat de València*

4. *Grupo de innovación docente BIOFISIO, Universitat de València*

RESUMEN: A modo de metaanálisis, recopilamos y analizamos los resultados de 257 encuestas voluntarias de valoración de 9 vídeos docentes, realizadas por alumnos de cinco grados en ciencias de la salud, entre los años 2018 y 2023. Las encuestas, de carácter voluntario, fueron realizadas por un 39,1 % de los alumnos matriculados. Esta participación varió según el tipo de vídeo ofertado; en el caso de vídeos que aportan información esencial para la evaluación alcanzó un 54,6 %, en el caso de vídeos formativos no esenciales fue de un 29,1 %. El 85,1 % de los encuestados indicó con claridad la utilidad e interés de los vídeos que incluyen información esencial, mientras que ese valor fue del 100% en los vídeos formativos. También se observaron diferencias significativas en las notas medias que recibían los vídeos en estos dos grupos, siendo un $7,22 \pm 1,79$ (SD) sobre 10 la de los vídeos con información esencial frente al $8,95 \pm 0,99$ en los de información complementaria. La práctica totalidad de los encuestados indicó la pertinencia de usar más vídeos como herramienta de aprendizaje y, si bien les pareció aceptable que tengan una duración de entre 5 y 10 minutos, mostraron sus preferencias por una duración menor de cara a futuros vídeos. La información extraída, aun teniendo en cuenta las limitaciones del estudio y posibles sesgos, nos permite discutir sobre la importancia de elaborar vídeos breves y concisos, preferentemente centrados en materia de examen, y la necesidad de conseguir una mayor motivación del alumnado para su visionado.

PALABRAS CLAVE: vídeos formativos; encuestas de valoración; metaanálisis; reflexiones.

ABSTRACT: As a meta-analysis, we collected and analyzed the results of 257 voluntary assessment surveys of 9 teaching videos, carried out by students of five degrees in health sciences, between 2018 and 2023. The surveys, of a voluntary nature, were

carried out by 39.1% of enrolled students. This participation varied depending on the type of video offered; In the case of videos that provide essential information for the evaluation, it reached 54.6%, in the case of non-essential training videos it was 29.1%. 85.1% of respondents clearly indicated the usefulness and interest of videos that include essential information, while this value was 100% in training videos. Significant differences were also observed in the average grades received by the videos in these two groups, with 7.22 ± 1.79 (SD) out of 10 for the videos with essential information compared to 8.95 ± 0.99 in the of complementary information. Almost all of those surveyed indicated the relevance of using more videos as a learning tool and, although they found it acceptable that they have a duration of between 5 and 10 minutes, they showed their preferences for a shorter duration for future videos. The information extracted, even taking into account the limitations of the study and possible biases, allows us to discuss the importance of making short and concise videos, preferably focused on exam matters, and the need to achieve greater motivation among students to watch them.

KEYWORDS: teaching videos; assessment surveys; meta-analysis; reflections.

INTRODUCCIÓN

El material audiovisual es uno de los recursos favoritos del docente innovador. Con la elaboración de vídeos se pretende: explicar con imágenes en movimiento aquello que es difícil explicar de manera estática, repasar conceptos importantes del temario o estimular la curiosidad del alumnado con material nuevo. Los innovadores a menudo dedican mucho tiempo a elaborar esos vídeos, esperando que alumno reciba el material con entusiasmo, lo aproveche y, de algún modo, sea consciente del esfuerzo que se ha hecho para poder generarlo. En el presente trabajo, analizamos la valoración de nuestros alumnos a una serie de 9 vídeos elaborados por nuestro grupo de innovación en un periodo de siete años.

METODOLOGÍA

Los vídeos docentes valorados se encuentran disponibles en el servidor Mmedia (<https://mmedia.uv.es/>) y son: Manejo del microscopio óptico (vídeo 1; V1), Frotis sanguíneo y tinción de Giemsa (V2), Visualización de distintos tipos celulares en sangre humana (V3), Introducción a las alteraciones estructurales de los cromosomas (V4), Segregación cromosómica de la translocación recíproca (V5), Segregación cromosómica de la translocación robertsoniana (V6), Transporte a través de la membrana celular (V7), Descripción, estructura y diversidad de las inmunoglobulinas (V8), Generación de diversidad de anticuerpos en los linfocitos B (V9). La mayoría de los vídeos fueron traducidos al valenciano y al inglés, sumando un total de 24 vídeos disponibles (Figura 1).

Se recopilaron 257 encuestas voluntarias de valoración de nuestros vídeos docentes, contestadas por alumnos de grados en ciencias de la salud de la Universidad de Valencia. Las encuestas fueron de cuatro tipos, elaboradas en momentos diferentes y aplicadas a vídeos diferentes, aunque con cuestionarios parecidos. Cada encuesta y sus resultados fueron descritos en una publicación de nuestro grupo de innovación, de modo que este trabajo se plantea como un metaanálisis de cuatro trabajos previos (Megías *et al.*, 2023, San-Miguel *et al.*, 2018, Serna *et al.*, 2018 y 2021).

<i>Manejo del microscopio óptico</i>	2016	Esp	Val	Ing
<i>Frotis sanguíneo y tinción de Giemsa</i>	2016	Esp	Val	Ing
<i>Visualización de distintos tipos celulares en sangre humana</i>	2016	Esp	Val	Ing
<i>Introducción a las alteraciones estructurales de los cromosomas</i>	2018	Esp	Val	
<i>Segregación cromosómica de la translocación recíproca</i>	2018	Esp	Val	Ing
<i>Segregación cromosómica de la translocación robertsoniana</i>	2018	Esp	Val	Ing
<i>Transporte a través de la membrana celular</i>	2020	Esp		
<i>Descripción, estructura y diversidad de las inmunoglobulinas</i>	2022	Esp	Val	Ing
<i>Generación de diversidad de anticuerpos en los linfocitos B</i>	2022	Esp	Val	Ing

Figura 1. Vídeos propios disponibles en Mmedia y sus traducciones.

La Tabla 1 muestra los vídeos valorados en cada publicación y los grados, asignaturas y número de alumnos implicados en cada caso.

Tabla 1. Información sobre las cuatro encuestas originales.

	Vídeos	Publicaciones	Grados	Asignaturas	Alumnos	Encuestas
Encuesta A	V1, V2, V3	Serna y col., 2018	Podología	Biología celular y	67	55
Encuesta B	V4, V5, V6	San Miguel y col., 2018	Medicina	tisular	191	86
Encuesta C	V7	Serna y col., 2021	Farmacia, Fisioterapia, Medicina	Embriología, Fisiología I, Fisiología humana, Biología	264	89
Encuesta D	V8, V9	Megías y col., 2023	Ciencias Biológicas, Medicina	Inmunología, Biología	134	27

RESULTADOS

De un conjunto de 656 participantes potenciales, se recogieron 257 encuestas (columnas “alumnos” y “encuestas”, Tabla 1).

Esto supone una participación del 39,2 %. Nos planteamos si la participación tendría relación con la relevancia, de cara a la evaluación, de los contenidos mostrados en los vídeos. Así clasificamos las encuestas en dos grupos: el grupo de encuestas que evaluó vídeos con información esencial del temario y materia

de examen (encuestas A y B) y el grupo de encuestas que evaluó vídeos con información complementaria pero no esencial dentro del temario (encuestas C y D).

Se observó que en el grupo de información esencial la participación fue mayor, de un 54,6 %, frente al grupo de información complementaria, con un 29,1 %.

Todas las encuestas incluyeron una pregunta acerca de la utilidad e interés de los vídeos a valorar. De manera global, el 91,8 % de los alumnos las consideraron útiles e interesantes, frente a un 8,2 % que se mostraron indiferentes o no les encontraron utilidad. Nuevamente se apreciaron diferencias entre ambos grupos, ya que en el grupo de información esencial el 85,1 % indicó que los vídeos eran útiles (120/141) y en el grupo de información complementaria fue el 100% (116/116) (test Chi-cuadrado, **** $p < 0,0001$) (Figura 2A).

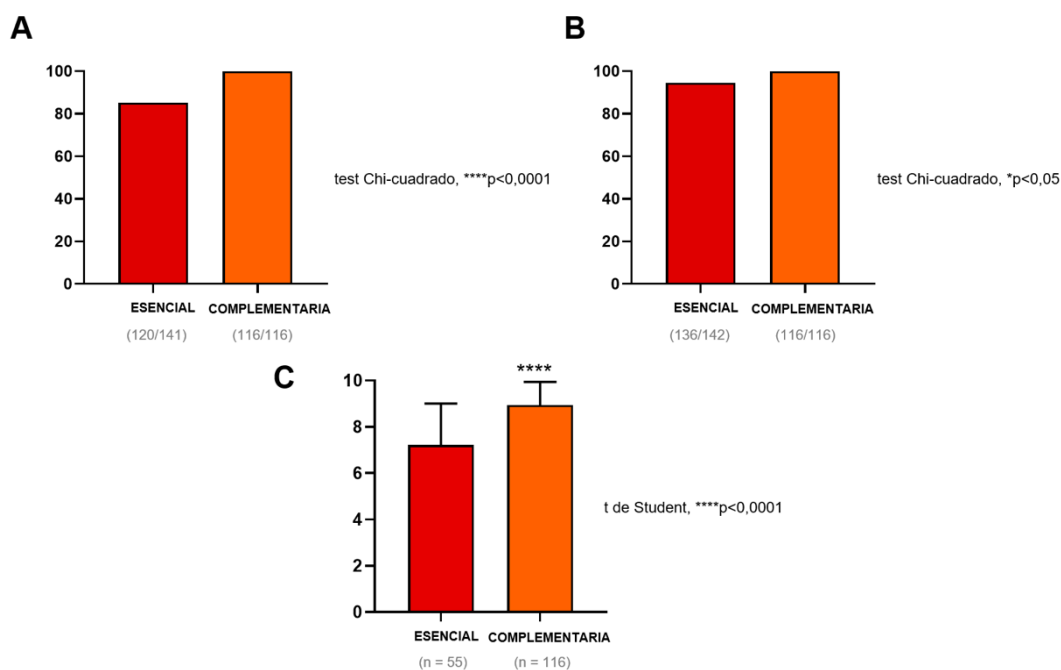


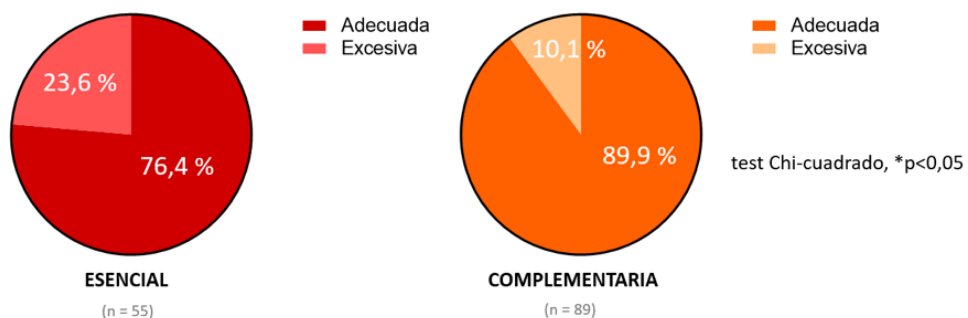
Figura 2. Diferencias entre los resultados de encuestas de vídeos de información esencial y los de información complementaria respecto a: A) Utilidad e interés de los vídeos, B) Los vídeos como herramienta de aprendizaje, C) Puntuación de los vídeos del 1 al 10.

La práctica totalidad del alumnado estuvo de acuerdo en que los vídeos docentes son una buena herramienta de aprendizaje, con diferencias entre ambos grupos: 96,4 % y 100%, respectivamente (test Chi-cuadrado, * $p < 0,05$) (Figura 2B). Los alumnos puntuaron los vídeos en tres de las cuatro encuestas (A, C y D). Los resultados, extraídos de 171 encuestas, una vez normalizados, dan una nota media de $8,39 \pm 1,53$ puntos sobre 10, siendo los alumnos que evalúan información esencial más exigentes ($7,22 \pm 1,79$, $n = 55$) que los que evalúan

información complementaria ($8,95 \pm 0,99$, $n = 116$). Estas diferencias fueron significativas (t de Student, **** $p < 0,0001$) (Figura 2C).

Se preguntó a los alumnos por la duración de los vídeos de dos maneras diferentes que conviene analizar en detalle. Las primeras encuestas (A y C) plantearon la pregunta “¿Qué opinas sobre la duración del vídeo?” aplicada a los vídeos V1 (7 min 25 s), V2 (8 min 41 s), V3 (5 min 56 s) y V7 (8 min 2 s). Con este planteamiento, un 84,7% de los encuestados afirma que la duración es adecuada y un 15,3 % dice que es excesiva. La respuesta vuelve a variar entre grupos. Los encuestados sobre los vídeos de información esencial son más críticos con el tiempo consumido: un 23,6% afirma que es excesivo frente al 10,1% del grupo de información complementaria (test Chi-cuadrado, * $p < 0,05$) (Figura 3A). Si se plantea la pregunta de un modo más general, los resultados varían ostensiblemente. La encuesta D planteó lo siguiente: ¿Qué duración crees que debe tener un vídeo docente para ser útil y no aburrir? En esta ocasión, el 60% eligió la opción “entre 3 y 5 min”, un 38,7% dijo que “entre 5 y 10 min” y tan solo un 1,3% optó por “más de 10 min”. Nadie eligió la opción “menos de 3 min” (Figura 3B).

A ¿Qué opinas sobre la duración del vídeo?



B ¿Qué duración crees que debe tener un vídeo docente para ser útil y no aburrir?

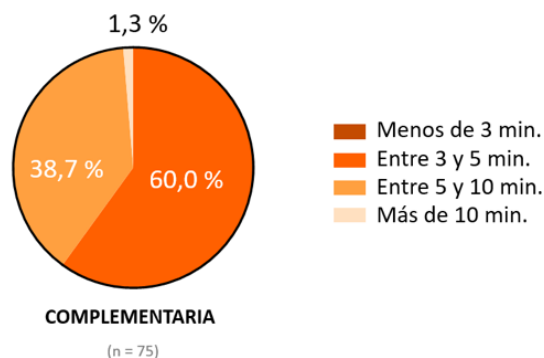


Figura 3. Valoraciones sobre la duración de los vídeos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los vídeos son, sin duda, un gran recurso docente. El enfoque que les demos y la motivación del alumnado determinarán el éxito del material. Nuestro estudio da algunas ideas de como orientar nuestro material audiovisual. Como punto de partida nos encontramos con una baja participación del alumnado a la hora de hacer las encuestas propuestas y, entendemos que, de ver los vídeos, ya que ambas cosas van íntimamente ligadas. Esta participación es aún menor cuando los vídeos ofrecidos no son de materia necesaria para el examen. Es evidente, que el interés, o quizá la necesidad, se enfoca en los primeros.

Dentro de los alumnos que ven los vídeos, la mayoría indica que les han resultado útiles y de interés, les ponen una calificación alta y, además, nos piden que hagamos más vídeos. Pero si vamos a los matices, los alumnos que evalúan los vídeos “esenciales” son siempre más críticos que los que evalúan los “complementarios”, lo que interpretamos de la siguiente manera: que los vídeos esenciales se evalúan con mayor detalle, debido a su importancia, mientras que los otros se evalúan de manera más acomodaticia y condescendiente.

Cuando se pregunta si la duración de vídeos de entre 6-8 min es adecuada, la mayoría dice que sí. Pero cuando se les pregunta cuál sería la duración ideal la mayoría prefiere vídeos algo más breves, de entre 3 y 5 minutos. Asumimos que una duración de entre 5-10 es aceptable, aunque preferirían algo más breve.

Tras analizar los resultados, llegamos a tres propuestas de cara a la realización de vídeos en el futuro:

1. Los vídeos deben ser, preferentemente, de contenido directamente aplicable al aprendizaje de la asignatura.
2. Deben ser concisos y diseñados para mantener el interés del usuario.
3. Se debe promover la participación del alumnado, bien dando un valor extra en la nota de la asignatura o haciendo que la respuesta de la encuesta sea obligatoria.

REFERENCIAS

Megías, J., Gil, M.L., Yáñez, A., Morales, J.M., Calabuig, S., Serna, E. y San-Miguel, T. (2023). Elaboración, uso y valoración de vídeos de inmunogenética en la asignatura de Inmunología. En *Actas de las IX Jornadas sobre Sistemas de Votación Electrónica 2023, III International Conference on Electronic Voting Systems. Enfrentando los desafíos del siglo XXI en la educación superior, Proyecto de Innovación Educativa y Calidad Docente* (Xarxa d'innovació) ed., p 45.

San-Miguel, T., Serna, E., Monleón D. y Megías, J. (2018). Valoración por parte del alumnado del uso de material docente multimedia sobre contenidos de

biología celular y genética. En *SEBC 2018. IX Jornadas de Docencia en Biología Celular* (Sociedad Española de Biología Celular) p 17.

Serna, E., Megías, J., Olaso, G., Mauricio, M.D. y San-Miguel, T. (2018). Material multimedia para aumentar la motivación y el aprendizaje en el aula universitaria. En *Libro de In-Red 2018 - Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red de la Universitat Politècnica de València*, (ocs.editorial.upv.es) pp 81-90
<http://dx.doi.org/10.4995/INRED2018.2018.8608>

Serna, E., San-Miguel, T., Megías, J. y Mauricio, M.D. (2021). Material multimedia para la integración de contenidos en asignaturas y grados del Área de la Salud: Transporte de membrana. En *Libro de In-Red 2021 - Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red de la Universitat Politècnica de València*, (ocs.editorial.upv.es) pp. 804-811
<https://doi.org/10.4995/INRED2021.2021.13703>

Hacer visible lo invisible: realidad aumentada en la biología del desarrollo

García-González, C., Antuña, E., Caballero, B., Coto-Montes, A., Navarro, A., Vega-Naredo, I. y Potes, Y.

Departamento de Morfología y Biología Celular, Facultad de Medicina, Universidad de Oviedo

RESUMEN: Este capítulo presenta los resultados del proyecto “Hacer visible lo invisible: realidad aumentada (RA) en la biología del desarrollo”, cuyo objetivo principal fue renovar los materiales didácticos y desarrollar un nuevo modelo educativo basado en la RA. Mediante la integración de recursos multimedia y códigos QR, se diseñaron escenarios de RA para las prácticas de laboratorio de Biología del Desarrollo, permitiendo a los estudiantes acceder a información interactiva tanto dentro como fuera del aula. Los resultados evidencian una mejora significativa en el aprendizaje y la motivación del alumnado, consolidando la RA como una herramienta pedagógica inclusiva y efectiva.

PALABRAS CLAVE: Realidad aumentada, Biología del desarrollo, Innovación docente, Aprendizaje activo, Recursos educativos.

ABSTRACT: This chapter presents the outcomes of the project “Making the Invisible Visible: Augmented Reality (AR) in Developmental Biology,” aimed at renewing teaching materials and developing a new educational model based on AR. By integrating multimedia resources and QR codes, AR scenarios were designed for laboratory practices in Developmental Biology, enabling students to access interactive information both inside and outside the classroom. Results show significant improvements in learning and student motivation, establishing AR as an inclusive and effective teaching tool.

KEYWORDS: Augmented reality, Developmental biology, Educational innovation, Active learning, Educational resources.

INTRODUCCIÓN

La Biología del Desarrollo estudia los procesos moleculares y celulares responsables de la formación y desarrollo de los organismos vivos. Tradicionalmente, su aprendizaje se ha basado en explicaciones magistrales y observaciones directas de preparaciones microscópicas. Sin embargo, estas metodologías presentan limitaciones, especialmente para interpretar imágenes bidimensionales y extrapolarlas a un contexto tridimensional, lo que representa un reto significativo para los estudiantes.

La docencia de la Biología Celular en la universidad. Un recorrido a través de distintas experiencias, Eds. M. Durán, M. Molina y X. Ponsoda

Publicacions de la Universitat de València, 2025. ISBN: 978-84-9133-793-5, CC BY-NC-ND 4.0

La Realidad Aumentada (RA) ha surgido como una herramienta tecnológica capaz de transformar la enseñanza en disciplinas científicas. Esta tecnología combina elementos del mundo real con contenido virtual interactivo, ofreciendo una experiencia educativa inmersiva que puede superar las barreras de aprendizaje tradicionales. Estudios recientes destacan el potencial de la RA para mejorar la comprensión conceptual y fomentar el compromiso activo del estudiantado en la resolución de problemas complejos (Alselaiti, 2023, Lampropoulos *et al.*, 2022). En el contexto de la Biología del Desarrollo, la RA tiene el potencial de mejorar tanto la comprensión conceptual como la motivación del alumnado (Barroso-Osuna *et al.*, 2018).

El uso de herramientas tecnológicas como los smartphones y redes sociales también ha demostrado ser eficaz en el aprendizaje colaborativo y ubicuo. Por ejemplo, estudios en el área de Histología han destacado el empleo de Facebook y smartphones como medios para facilitar la enseñanza práctica y fomentar la participación activa del alumnado (Coto-Montes *et al.*, 2019, Potes Ochoa *et al.*, 2019, Potes *et al.*, 2020). Estas experiencias subrayan la importancia de integrar tecnologías accesibles para enriquecer la docencia.

Este capítulo aborda la implementación de un modelo educativo basado en RA en las prácticas de laboratorio de Biología del Desarrollo del Grado de Biología. El objetivo fue renovar los materiales didácticos mediante la creación de escenarios interactivos que incluyeran recursos multimedia y códigos QR, permitiendo a los estudiantes acceder a información adicional dentro y fuera del aula. Este enfoque permite una transición hacia metodologías más inclusivas y personalizadas, reduciendo la brecha entre la teoría y la práctica.

METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolló en dos fases principales, diseñadas para abordar de manera integral los objetivos y asegurar la efectividad de la RA como herramienta educativa. En la primera fase, se identificaron las principales dificultades de aprendizaje a través de encuestas, mientras que la segunda fase consistió en el diseño e integración de materiales innovadores, como imágenes microscópicas de alta resolución, microvídeos y textos explicativos, en escenarios de RA accesibles mediante plataformas gratuitas.

Diagnóstico de necesidades

La primera fase se centró en identificar las dificultades de aprendizaje más comunes entre los estudiantes de Biología del Desarrollo, utilizando cuestionarios y encuestas para conocer los retos que enfrentan durante las prácticas de laboratorio.

Diseño de recursos educativos

A partir de los datos recolectados, se crearon materiales educativos innovadores mediante imágenes microscópicas de alta resolución procesadas para resaltar detalles importantes, microvídeos explicativos con descripciones detalladas de procesos biológicos y textos explicativos adaptados al nivel educativo de los estudiantes. Estos recursos se integraron en un entorno de RA accesible a través de códigos QR.

Implementación de la RA

En la segunda fase, se utilizó software gratuito para crear un entorno de RA interactivo. Los microvídeos se subieron a YouTube y se generaron códigos QR que enlazaban a los recursos virtuales. Estos códigos se incorporaron en los cuadernos de prácticas, permitiendo que los estudiantes accedieran al material desde sus dispositivos móviles. Todos los recursos virtuales creados para implementar la RA se encuentran disponibles en el canal de YouTube de la asignatura: Biología del Desarrollo UniOvi (<https://www.youtube.com/channel/UCYCO073FRsrm8c7TvrRFlqQ>).

Evaluación del impacto

La efectividad del modelo fue evaluada mediante la comparación de las calificaciones estudiando los resultados académicos previos y posteriores a la aplicación del modelo fundamentado en la RA. Además, se realizaron encuestas de satisfacción para recopilar las percepciones de los estudiantes acerca de la utilidad y la calidad de los recursos proporcionados. Por otro lado, se llevaron a cabo observaciones cualitativas a través del análisis de la participación activa durante las sesiones prácticas.

RESULTADOS

Tareas: Identificación de las dificultades de aprendizaje (año 1)

Creación de cuestionarios para identificar las dificultades de aprendizaje.

Los resultados mostraron que los alumnos enfrentaron dos dificultades principales de aprendizaje en las sesiones prácticas (Figura 1). El 52% de los estudiantes consideraron que la principal dificultad fue interpretar realidades tridimensionales a partir de imágenes bidimensionales, y el 44% mencionó problemas con la correcta interpretación del tipo de segmentación tras la observación de las imágenes microscópicas.

La mayor dificultad encontrada

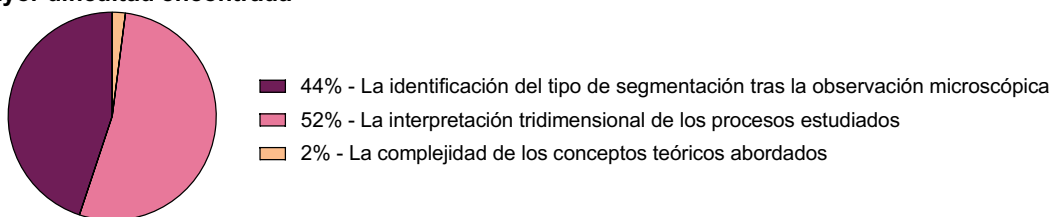


Figura 1. Gráfico circular mediante el cual se analizan cuáles han sido las principales dificultades de los estudiantes en prácticas durante el curso 2022-2023.

De igual manera, se examinó qué recursos académicos son valorados como útiles por los estudiantes (Figura 2). Si bien una gran proporción de los alumnos considera esencial la explicación inicial del docente, una parte significativa también ve como útil la disponibilidad de una libreta de prácticas para realizar observaciones, siendo la utilización de materiales virtuales aún más apreciada. Estos datos sugieren que la enseñanza actual, fundamentada en la exposición inicial y el guion de prácticas, podría ser enriquecida mediante la adopción de recursos virtuales.

Durante las sesiones prácticas consideraría útil:

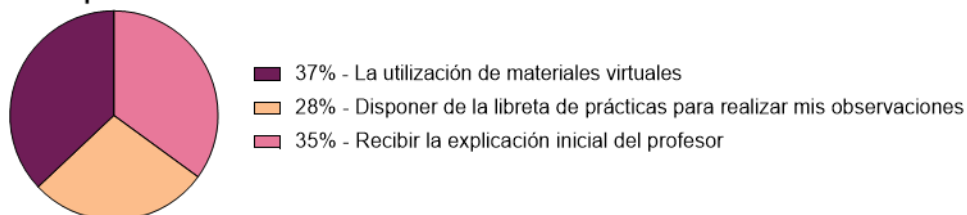


Figura 2. Gráfico circular que ilustra el grado de utilidad de distintos recursos académicos.

El cuestionario realizado para conocer las preferencias del alumnado con relación a la metodología y a los posibles recursos de aprendizaje que se podrían implementar en la docencia de las prácticas de laboratorio también mostró aspectos interesantes. Los estudiantes indicaron que considerarían útil disponer tanto de microvídeos (Figura 3A), como de más imágenes microscópicas de las preparaciones estudiadas durante el desarrollo de las prácticas (Figura 3B), y de textos explicativos que acompañasen a las imágenes microscópicas utilizadas actualmente durante el desarrollo de las prácticas y disponibles en una página web (Figura 3C).

Todos estos resultados indican que es necesario actualizar la metodología docente en Biología del Desarrollo para abordar las dificultades del alumnado. Los microvídeos y textos explicativos complementan eficazmente las imágenes microscópicas, siendo los recursos digitales más demandados. Proponer escenarios de RA con estos elementos y códigos QR en el cuaderno de prácticas, accesibles dentro y fuera del aula, podría permitir alcanzar los

objetivos de aprendizaje, ofreciendo herramientas innovadoras y adaptadas a las necesidades estudiantiles.

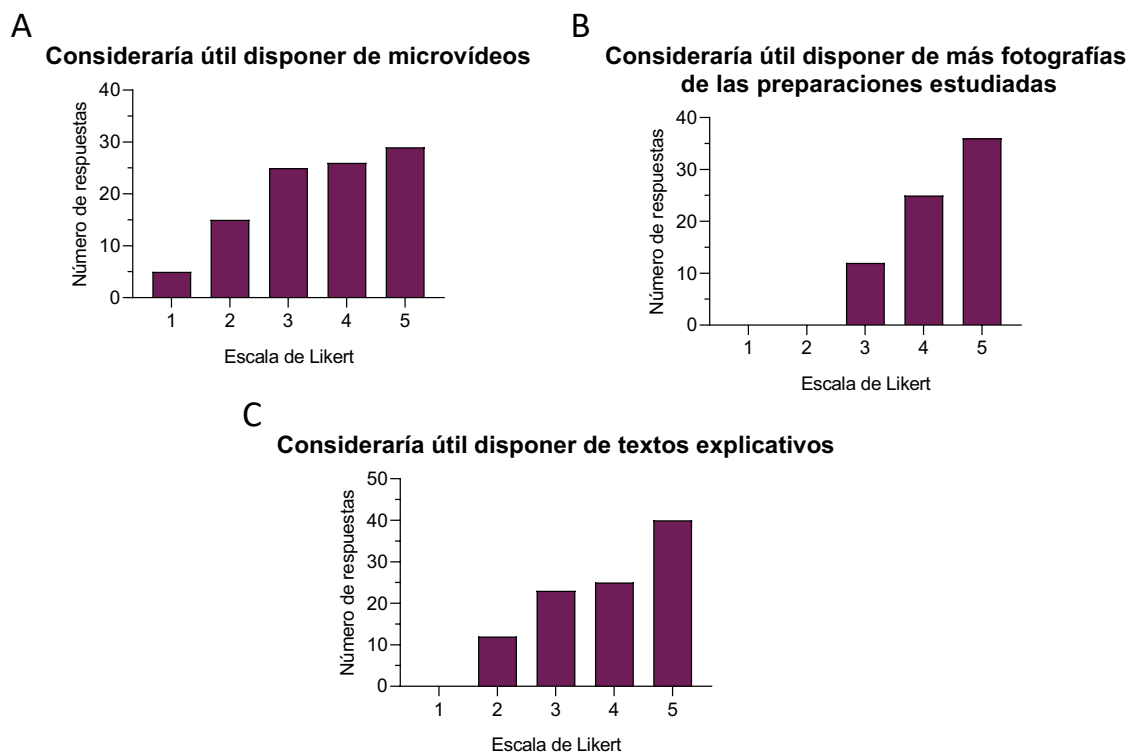


Figura 3. Análisis del posible grado utilidad de la utilización de A) microvídeos; B) fotografías de las preparaciones y C) textos explicativos en las prácticas de Biología del Desarrollo.

Tareas. Creación de los materiales virtuales y de los escenarios de RA. Implementación de la RA (año 2)

- Realización de fotografías microscópicas, grabación y edición de los microvídeos.
- Creación de los escenarios virtuales y códigos QR.
- Implementación de un modelo educativo basado en la RA.

Los resultados obtenidos en esta segunda fase del proyecto mostraron que los alumnos de Biología del Desarrollo, tras implementar un modelo educativo basado en la RA, presentaron un desempeño académico alto. El porcentaje de estudiantes que obtuvo una calificación superior a 7 en el cuaderno de prácticas fue del 94,12% (Figura 4A) y, en el examen práctico del 56,52% (Figura 4B).

Posteriormente, se comparó el nuevo modelo de aprendizaje basado en la RA implementado durante el curso académico 2023-2024 con el modelo tradicional utilizado en el curso académico anterior (2022-2023) analizando tanto las calificaciones obtenidas en el examen como en el cuaderno práctico. Las calificaciones obtenidas en el examen práctico no presentaron diferencias significativas entre ambos grupos experimentales (Figura 5A). Sin embargo, al analizar las calificaciones obtenidas en el cuaderno de prácticas se evidenció que los estudiantes que se beneficiaron de la nueva metodología lograron una

media significativamente superior ($p < 0,01$) (Figura 5B). Este indicador demuestra que la utilización de la RA no solo dentro del aula, si no también fuera de la misma, ha permitido que los alumnos utilicen los escenarios virtuales como material de apoyo para la realización del cuaderno de prácticas, validando el éxito de la implementación de esta novedosa técnica.

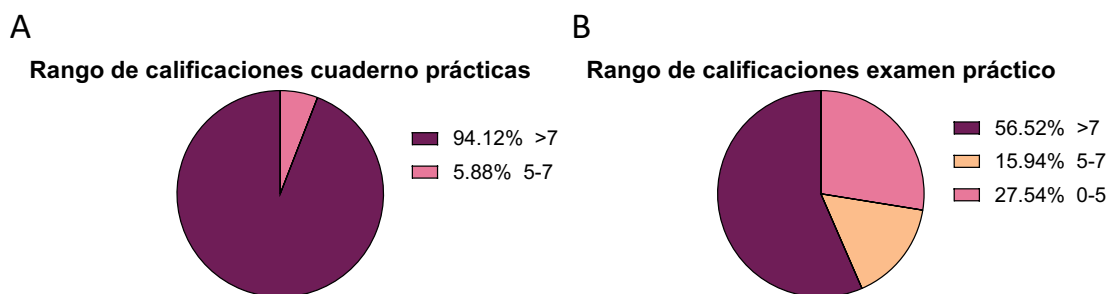


Figura 4. Gráficos circulares que representan A) el porcentaje de alumnos que han obtenido una calificación entre 5-7 y superior a 7 en el cuaderno de prácticas; B) el porcentaje de alumnos que han obtenido una calificación entre 0-5, entre 5-7 y superior a 7 en el examen práctico de la asignatura.

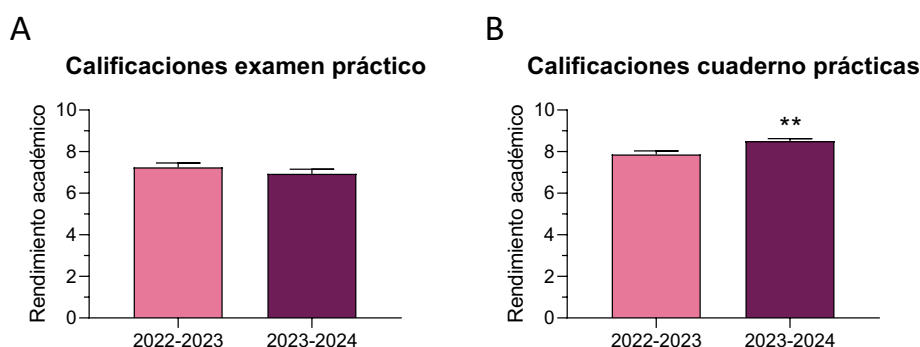


Figura 5. Comparación de las calificaciones obtenidas en A) el examen práctico; B) el cuaderno de prácticas en el curso 2023-2024, donde se implementó un modelo educativo basado en la RA y, en el curso 2022-2023 donde se desarrolló una metodología clásica. Los datos se muestran como \pm error estándar de la media (SEM). El p-valor se obtuvo mediante un test T de Student de muestras no apareadas. ** $< 0,01$.

Al llevar a cabo un análisis detallado de los datos a través de un diagrama de cajas (Figura 6), se observó que en el grupo de estudiantes que utilizó la RA en la asignatura, hubo un incremento en la calificación mínima, la mediana y el cuartil Q1. Además, la variabilidad de las calificaciones fue significativamente menor en este grupo, mostrando una mayor concentración de resultados en el rango intercuartílico Q3-Q1 en el extremo superior. Es relevante señalar que en el grupo que siguió una metodología tradicional, aproximadamente el 71% de los alumnos alcanzó calificaciones superiores a 7, mientras que este porcentaje se elevó al 94% en el grupo que participó en el proyecto de innovación docente. La media de calificaciones de los estudiantes involucrados mostró un incremento

del 7,6% en comparación con el año anterior. Estos datos subrayan las ventajas de la nueva metodología para optimizar el aprendizaje en biología del desarrollo.

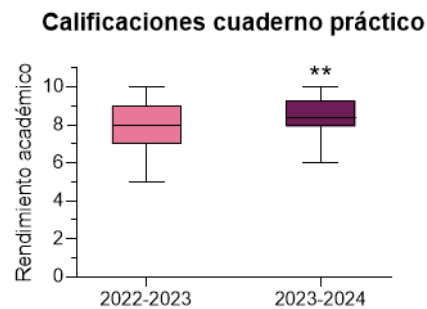


Figura 6. Comparación de las calificaciones obtenidas en el cuaderno de prácticas mediante la utilización de diagrama de cajas mediante el cual se analiza la distribución de los datos entre los estudiantes participantes en el curso 2023-2024, donde se implementó un modelo educativo basado en la RA y, los estudiantes participantes en el curso 2022-2023 donde se desarrolló una metodología clásica. El p-valor se obtuvo mediante un test T de Student de muestras no apareadas. ** < 0,01.

Tabla 1. Resultados del cuestionario de actitudes.

		Cuestionario de actitudes							
		Utilización de nuevas metodologías	RA - Fácil e intuitivo	RA - Potencia el aprendizaje de contenidos y adquisición de competencias	RA - Permite repasar conceptos para encarar mejor el examen	RA - Entornos personales de aprendizaje - Autoaprendizaje	RA - Favorece el trabajo interactivo	RA - Grado de utilidad	MEDIA
Puntuación	1	0	0	0	0	0	0	0	
	2	1	0	0	0	0	0	0	
	3	18	2	0	3	12	12	2	
	4	27	29	26	16	31	33	17	
	5	22	38	43	50	26	24	50	
Nº respuestas		68	69	69	69	69	69	69	
Valor medio		4,03	4,52	4,62	4,68	4,20	3,81	4,70	4,37

Por otra parte, los estudiantes de Biología del Desarrollo llevaron a cabo un cuestionario con el propósito de evaluar la efectividad de la nueva metodología

de enseñanza. Los resultados, que se presentan en la Tabla 1, revelan un elevado grado de satisfacción, con calificaciones que superan 4,5 en una escala de 0 a 5 en todos los aspectos vinculados a la metodología aplicada y al aprendizaje derivado de las prácticas. Es notable destacar que el 72% de los estudiantes, mediante valoraciones de 4 y 5 puntos, expresó que la incorporación de nuevas metodologías en el aula incrementó su motivación y valoraron de manera positiva el uso de la RA en la materia, considerándola estimulante para su aprendizaje. En términos generales, es importante señalar que el 97% de los estudiantes de la misma manera consideró muy beneficioso que el docente diseñara estrategias de RA y las integrara en la enseñanza de la asignatura.

La encuesta realizada sobre las preferencias metodológicas de los estudiantes durante el desarrollo de las prácticas reveló información interesante. En primer lugar, los datos obtenidos mostraron que el 76% de los alumnos prefieren utilizar un modelo educativo basado en la RA (Figura 7).

Prefiero realizar las sesiones prácticas con la

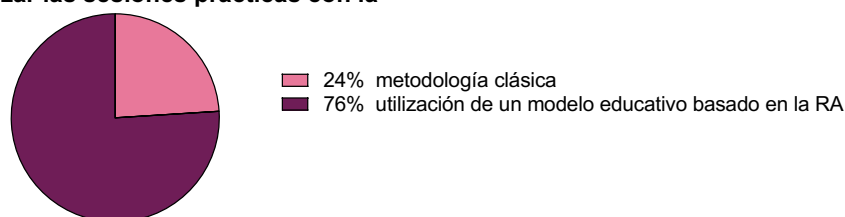


Figura 7. Gráficos circulares muestran la preferencia de estudiantes entre sesiones prácticas con metodología clásica y modelo educativo de RA.

Al consultar a los estudiantes sobre el material que prefieren utilizar para la preparación del examen práctico de la asignatura, se registró que el 2% eligió la libreta de prácticas como su única fuente, el 5,6% optó por los recursos multimedia ofrecidos en el entorno de RA, mientras que un significativo 91,5% expresó su preferencia por la combinación de ambos recursos (Figura 8). Los resultados obtenidos indican que la RA no solo facilita el aprendizaje durante las prácticas, sino que también se ha convertido en una herramienta de apoyo crucial fuera del aula.

Prefiero realizar las sesiones prácticas con la

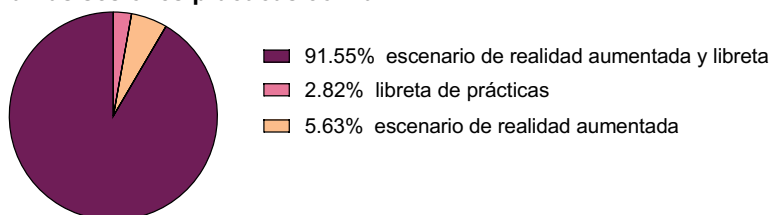


Figura 8. Gráficos circulares que representan la proporción de estudiantes que prefieren estudiar el examen de prácticas utilizando la libreta de prácticas, los escenarios de RA o la libreta de prácticas y los escenarios de RA.

DISCUSIÓN

La integración de la RA en la enseñanza de la Biología del Desarrollo ha demostrado ser una estrategia eficaz para superar las limitaciones educativas convencionales y promover un aprendizaje más dinámico e inclusivo. El notable incremento en el rendimiento académico, con un 94,12% de los estudiantes alcanzando calificaciones superiores a 7 en el cuaderno de prácticas en comparación con el 71% del año anterior, evidencia el impacto positivo de esta metodología en la comprensión de conceptos complejos y en el desarrollo de habilidades prácticas. La preferencia del 76% del alumnado por la RA en lugar de la metodología tradicional subraya la necesidad de ajustar las estrategias pedagógicas a las demandas y expectativas contemporáneas de los estudiantes. La RA no solo potencia la motivación intrínseca, sino que también estimula la participación activa al combinar entornos virtuales y reales.

Una de las principales ventajas de este proyecto es su desarrollo a través de herramientas gratuitas, lo que lo hace accesible para toda la comunidad universitaria. Este enfoque elimina la necesidad de licencias de software especializado, lo que a su vez reduce las barreras económicas y facilita su implementación en diversos contextos educativos (Coto-Montes *et al.*, 2019, Potes *et al.*, 2020). Asimismo, este modelo ofrece una solución que puede ser replicada, lo que favorece la democratización del acceso a recursos tecnológicos y avanza hacia una educación más inclusiva y equitativa en el ámbito académico. La RA ha demostrado su potencial para promover un aprendizaje inclusivo, brindando a los estudiantes la posibilidad de acceder a recursos virtuales tanto en el aula como fuera de ella, ajustándose a sus ritmos y necesidades particulares. Esto no solo mejora la equidad en la educación, sino que también fomenta la autogestión del aprendizaje. Experiencias adicionales en otras disciplinas, como Histología, respaldan estos hallazgos. Estrategias como el aprendizaje ubicuo mediante smartphones y redes sociales han demostrado fomentar la participación activa y el aprendizaje colaborativo, lo que subraya la importancia de integrar herramientas tecnológicas accesibles en el diseño pedagógico (Caballero *et al.*, 2023, Vega-Naredo *et al.*, 2024). La RA ha revolucionado la manera de abordar el aprendizaje en Biología del Desarrollo, consolidándose como una herramienta fundamental para modernizar la educación superior y ofrecer modelos que puedan ser replicados en otras áreas del conocimiento.

CONCLUSIONES

La integración de la RA en las prácticas de Biología del Desarrollo ha logrado:

- Mejorar significativamente el rendimiento académico del alumnado.

- Incrementar la motivación y participación activa en el proceso de aprendizaje.
- Proveer recursos educativos inclusivos y adaptados a las necesidades individuales.

La extrapolación de esta metodología a otras disciplinas podría generar un impacto positivo en la enseñanza de las ciencias y fomentar un modelo educativo más interactivo y equitativo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los Proyectos de Innovación Docente de la Universidad de Oviedo 2023-2024 con referencia 136828.

REFERENCIAS

- Alselaiti, N. (2023). Enhancing student engagement and learning outcomes through education technologies in medical education. *J. Adv. Res. Rev.*, 19(03): 1356-1367. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.19.3.1922>
- Barroso-Osuna, J., Cabero-Almenara, J. y Gutiérrez-Castillo, J.J. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por estudiantes universitarios. Grado de aceptación de esta tecnología y motivación para su uso. *RMIE*, 23(79): 1261-1283.
- Biología del Desarrollo UniOvi. <https://www.youtube.com/channel/UCYCO073FRsrm8c7TvrRFIqQ> (fecha de acceso marzo 2025)
- Caballero-García, B., Martínez-Pinilla, E., Potes-Ochoa, Y., Coto-Montes, A. y Vega-Naredo, I. (2023). Estrategias para fomentar el aprendizaje ubicuo en la docencia práctica en microscopía. En *Modalidades de Aprendizaje para la Innovación Educativa*, Villalustre, L. y Fernández, M. eds. (Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo), pp. 401-408. ISBN: 978-84-18482-94-6.
- Coto-Montes, A., Bermejo-Millo, J. C., Vega-Naredo, I., Potes-Ochoa, Y. y Caballero, B. (2019). Herramientas para fomentar el aprendizaje colaborativo del alumnado. En *Experiencias de Innovación Docente en Biomedicina*, Villalustre, L. y Fernández, M. eds. (Universidad del País Vasco), pp. 103-114. ISBN: 978-84-1319-127-0.
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K. y Evangelidis, G. (2022) Augmented reality and gamification in education: A systematic literature review of research, applications, and empirical studies. *Appl. Sci.*, 12: 6809. <https://doi.org/10.3390/app12136809>
- Potes Ochoa, Y., Coto-Montes, A. y Vega-Naredo, I. (2019). Incorporación del smartphone y la red social Facebook como herramientas de aprendizaje colaborativo en las prácticas de Histología. En *X Jornadas de Innovación Docente 2017. Redes para la innovación de la docencia: La participación*

del alumnado, Fueyo Gutiérrez, A. ed. (Universidad de Oviedo), pp. 246-252. ISBN: 978-84-17445-23-2.

Potes, Y., Bermejo-Millo, J. C., Coto-Montes, A., Caballero, B. y Vega-Naredo, I. (2020). Utilización del Smartphone y de Facebook como herramientas de aprendizaje para la enseñanza práctica de Histología. En *Experiencias de Innovación Docente en Biomedicina*, Andollo, N. y García, A. eds. (Universidad del País Vasco), pp. 90-102. ISBN: 978-84-1319-127-0.

Vega-Naredo, I., Caballero, B., Coto-Montes, A. y Potes-Ochoa, Y. (2024). Tutoría entre iguales orientada al aprendizaje en las prácticas de Histología. En *Nuevos ecosistemas de aprendizaje: innovaciones y experiencias educativas*, Villalustre, L. y Fernández, M, eds. (Octaedro S.L.), Capítulo 11, pp. 143-156. ISBN: 978-84-19900-81-4.

histoApS, un microscopio virtual avanzado

Molina-Navarro, M.M.¹, Cutillas, S.¹, García, M.¹, Domínguez, R.², Ballestín, R.³, García-Forner, A.¹, Conejero-Ortega, N.¹, Ibáñez, A.¹, Pascual, L.¹, Aguilera, A.¹, Herranz, V.¹, Torres, J.¹, Sáez, R.¹, García-Verdugo, J.M.¹, Moya, P.¹ y Ponsoda, X.¹

1. *Universitat de València*

2. *Universidad Complutense de Madrid*

3. *Fundación Fisabio*

RESUMEN: histoApS es una experiencia de innovación educativa con metodología ApS que se encuadra dentro del proyecto bioApS, que se ofrece como actividad voluntaria a los estudiantes del Grado en Biología y titulaciones afines.

En su desarrollo los estudiantes colaboran en la incorporación de materiales y datos para enriquecer los contenidos de la asignatura Histología, así como la difusión de sus contenidos en redes sociales. Todos los contenidos están accesibles en la web <http://histoaps.uv.es>, siendo su acceso totalmente libre y gratuito.

Por otra parte, el profesorado se encarga de la preparación de los materiales, supervisión y actualización del entorno web, incorporando novedades según las posibilidades técnicas disponibles.

El microscopio que ofrecemos a la comunidad docente y a la sociedad en general contiene unas 200 muestras de cortes histológicos pertenecientes a muestras de animales y plantas, de la mayoría de los órganos estudiados en las materias relacionadas con la histología. Está estructurado de manera que permite localizar muestras según el contenido de manera visual e intuitiva, y también mediante buscador.

Las muestras están calibradas y contienen etiquetas que permiten identificar algunos de los elementos más característicos presentes en ellas. Además, se permite el cálculo de longitudes entre dos puntos, así como el cálculo de cualquier superficie que se marque sobre la propia imagen, y empleando el zoom necesario en cada caso.

Finalmente, las novedades que hemos incorporado este año son dos. Por una parte, tenemos la posibilidad de mostrar modelos 3D interactivos de los órganos o elementos de la muestra, lo que permite visualizar desde cualquier punto de vista el modelo. Por otra parte, se ha incorporado un "microtomo virtual", que permite orientar un modelo 3D de la muestra en cualquier dirección y realizar cortes virtuales, para facilitar la comprensión de los cortes histológicos y facilitar la conexión de un corte 2D con la

muestra 3D. Estas novedades son recientes y, aunque están activas, están en proceso de creación los modelos 3D correspondientes.

PALABRAS CLAVE: histología, microscopio virtual, aprendizaje y servicio

ABSTRACT: histoApS is an educational innovation experience using the ApS methodology, which is part of the bioApS project. It is offered as a voluntary activity to students of the Bachelor's Degree in Biology and related degrees.

During its development, students collaborate in the incorporation of materials and data to enrich the contents of the subject Histology, as well as in the dissemination of this content on social media. All content is accessible on the website <http://histoaps.uv.es>, with completely free and open access.

Additionally, the teaching staff is responsible for preparing the materials, supervising, and updating the web environment, incorporating new features as technical possibilities allow. The microscope we offer to the teaching community and society at large contains approximately 200 histological samples from animal and plant specimens, covering most of the organs studied in histology courses. It is structured in a way that allows samples to be located in a visual and intuitive way, and through a search function.

The samples are calibrated and contain labels that help identify some of the most characteristic elements present in them. Furthermore, it is possible to calculate the lengths between two points, as well as the area of any surface marked on the image, using the necessary zoom in each case.

Finally, we have incorporated two new features this year. Firstly, we now have the ability to display interactive 3D models of the organs or elements of the sample, allowing the model to be viewed from any perspective. Secondly, a "virtual microtome" has been added, which allows a 3D model of the sample to be oriented in any direction and virtual cuts to be made, facilitating the understanding of histological sections and the connection between a 2D section and the 3D sample. These new features are recent and, although they are active, the creation of the corresponding 3D models is still in progress.

KEYWORDS: histology, virtual microscope, service-learning

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías modernas son herramientas que los estudiantes solicitan constantemente, ya que el mundo digital está transformando hábitos y métodos de trabajo. Los estímulos que reciben son tan variados y numerosos que los docentes también deben sumergirse en ese entorno virtual para comunicarse eficazmente con los estudiantes. Los dispositivos móviles son parte integral de su rutina diaria, y es más probable que consulten un PDF en línea que un libro físico de la biblioteca.

Desde hace años, el proyecto de innovación bioApS crea materiales virtuales que se alojan en la web (<http://bioaps.uv.es>), facilitando la difusión y el acceso

gratuito a todos los recursos generados por los participantes del proyecto. Inicialmente, los contenidos de la web incluían un glosario de términos científicos y vídeos elaborados por los estudiantes del grado en Biología. Con el tiempo, se ha incrementado la diversidad de recursos lo que ha permitido la creación de secciones diferenciadas, como un repositorio de fotos científicas (<http://www.bpod.cat>), una página web para solicitar charlas en centros educativos (<http://xarradaps.uv.es>), un espacio web para generar actividades en el Museu de la Universitat de València d'Història Natural (<http://apsanimals.uv.es>) y un microscopio virtual (<http://histoaps.uv.es>).

histoApS es una iniciativa de innovación educativa con metodología de Aprendizaje y Servicio (ApS) que forma parte de este proyecto en la Universitat de València. Se ofrece como una actividad voluntaria a los estudiantes del Grado en Biología y grados afines. Los estudiantes colaboran en el proyecto aportando materiales y datos para enriquecer los contenidos, así como difundiendo estos contenidos en redes sociales. Todos los materiales están disponibles en el sitio web, siendo completamente gratuitos y accesibles. El personal docente se encarga de la preparación de los materiales, la supervisión y la actualización de la web, incorporando novedades según las posibilidades técnicas disponibles.

Un microscopio virtual se define como una herramienta que puede reproducir las funciones de un microscopio real, como navegar por la muestra para enfocar el campo de visión en el aspecto que queremos analizar y aumentar la magnificación para observar con mayor detalle. El concepto de microscopio virtual no es nuevo; desde la aparición de ordenadores con suficiente potencia de procesamiento y cámaras digitales con una calidad aceptable, se pudieron construir y compartir sistemas de microscopía virtual sin necesidad de un microscopio físico (Felten *et al.*, 1999). La combinación de instrumentos más avanzados, la potencia de la informática y la disminución de los precios ha hecho que los microscopios virtuales sean mucho más accesibles. Su desarrollo ya no se limita a grandes empresas o instituciones.

Los sistemas utilizados para crear estas aplicaciones o sitios web se basan en fotografías de la muestra, que se procesan para proporcionar las características requeridas. El producto final ofrece una funcionalidad similar a la de los mapas geográficos digitales, donde podemos ver una región completa o hacer zoom para ver una parcela pequeña con transiciones suaves y rápidas en los movimientos. Sin embargo, el inconveniente de los microscopios virtuales radica en la fotografía original. Una imagen digital tiene dimensiones de observación recomendadas, y una magnificación excesiva lleva a una pérdida de calidad (pixelación). Además, obtener imágenes con la máxima magnificación del microscopio es poco práctico, ya que aumenta exponencialmente el número de imágenes y el almacenamiento requerido para capturar una superficie dada. Por lo tanto, se debe lograr un equilibrio entre calidad y tamaño.

Otra limitación es la profundidad de campo. Las preparaciones microscópicas tienen un cierto grosor, y las estructuras se encuentran en una posición específica dentro de ese grosor, mientras que las imágenes presentadas en los microscopios virtuales son planas y corresponden a un solo plano focal. Con un microscopio convencional, uno puede enfocar la parte de interés y cambiar el plano focal a medida que explora la muestra. Sin embargo, no es fácil crear microscopios virtuales que permitan la exploración de muestras digitalizadas en profundidad sin invertir grandes recursos para conseguirlo, aunque es perfectamente posible (Kalinsky *et al.*, 2008).

El microscopio que ofrecemos a la comunidad docente y a la sociedad en general contiene más de 200 muestras de secciones histológicas de animales y plantas, de una colección representativa de los tejidos y órganos estudiados en Histología. Está estructurado de tal manera que permite localizar muestras visualmente según el contenido o mediante un motor de búsqueda.

Al entrar en la muestra se observa la imagen panorámica, de toda ella, pudiéndose ampliar una muestra específica haciendo zoom y desplazarse en cualquier dirección. También se implementa la posibilidad de medir longitudes entre dos puntos y superficies previamente marcadas en la imagen. Gracias a la colaboración de estudiantes de Ingeniería Multimedia, se han ampliado las características del microscopio virtual, incluyendo la posibilidad de mostrar modelos interactivos en 3 dimensiones (3D) de órganos y estructuras. También se ha incorporado un "microtomo virtual", que permite cortes virtuales de modelos 3D, facilitando la comprensión de las secciones histológicas y la conexión de una sección histológica con la muestra 3D original.

Aunque los microscopios virtuales son de gran ayuda, no muestran la realidad completa. Es necesario considerarlos un complemento al trabajo de laboratorio con un microscopio y una muestra auténtica. Se puede usar como preparación a la sesión presencial, así como herramienta importante para repasar o completar la adquisición de conocimientos, al acabar dicha sesión presencial.

CREACIÓN Y PERSONALIZACIÓN DEL MICROSCOPIO VIRTUAL

Desarrollo del Microscopio Virtual

Para crear un microscopio virtual accesible en línea desde cualquier dispositivo, hemos desarrollado una plataforma en un ordenador que hace las funciones de servidor web.

El primer paso consiste en obtener una imagen completa de la muestra. Existen varios métodos e instrumentos para lograrlo. Algunos dispositivos pueden hacerlo automáticamente, escaneando la muestra y creando la imagen completa en poco tiempo. Alternativamente, se puede realizar manualmente, tomando fotos de toda la muestra y utilizando un programa de reconstrucción

bidimensional para unir todas las imágenes en una sola. Un software recomendado para esto es Microsoft Image Composite Editor (<https://www.microsoft.com/en-us/research/project/image-composite-editor/>), que es gratuito. El programa Fiji (<https://imagej.net/software/fiji/>) también es capaz de componer mosaicos, pero en nuestra experiencia no nos ha sido útil para mosaicos con gran número de imágenes.

Una vez obtenida la imagen global de la muestra, es necesario procesarla y prepararla para su publicación en la web. Esto implica utilizar un software que fragmente la imagen original en miles de imágenes más pequeñas que, juntas, formen el mosaico de la imagen completa, junto con un archivo que actúe como índice. Programas gratuitos como Zoomify (<https://sourceforge.net/projects/zoomifyimage/>) pueden realizar esta tarea. Finalmente, el conjunto de imágenes debe integrarse en una plataforma adecuada que pueda gestionarlo. Recomendamos el uso de OpenSeadragon (<https://openseadragon.github.io/>), un software gratuito que facilita esta integración.

La preparación de las imágenes requiere habilidades para evitar errores en cualquiera de los pasos, desde la obtención de imágenes enfocadas hasta el código de las páginas web que manejan toda esta información. El resultado es la presentación de una imagen sobre la cual los usuarios pueden navegar y hacer zoom para examinar sus detalles más de cerca, ofreciendo una experiencia similar a la de usar un microscopio real, aunque sin la capacidad de ajustar el punto focal de la imagen.

Personalización del Microscopio Virtual

La personalización es un aspecto crucial en la construcción del microscopio virtual. En internet existen varios microscopios virtuales gratuitos, algunos para muestras biológicas y otros para geológicas, cada uno con su propio diseño y muestras específicas. Lo que realmente pensamos a la hora de construir este microscopio virtual es ofrecer la posibilidad de ver las mismas muestras que los estudiantes han observado presencialmente en el laboratorio de prácticas, pero también dar la posibilidad de hacerlo a quien no dispone de los medios suficientes.

Este proyecto nació como un servicio para centros educativos que no disponen de suficiente material de laboratorio, pero la pandemia nos convirtió en los principales usuarios debido a las restricciones de acceso a los laboratorios para nuestro alumnado. Ahora disponemos de más de 200 muestras histológicas, lo que incluye las mismas que se utilizan en las prácticas de Histología del grado en Biología, así como algunas muestras adicionales que permiten observar los mismos órganos y tejidos, preparados con diferentes tinciones o procedentes de

otros organismos, facilitando así la comparación y consolidación del conocimiento.

Hemos introducido diversas funciones personalizadas que consideramos útiles y necesarias en el ámbito de la microscopía, como la posibilidad de:

- Conocer la escala de aumentos de la muestra observada.
- Determinar las dimensiones de los elementos presentes en las imágenes, ya sea la distancia entre dos puntos o la superficie que ocupa una estructura determinada.

Estas funcionalidades permiten conocer las dimensiones reales de los elementos presentes en las muestras y realizar comparaciones precisas, como la de observar la misma estructura en diferentes muestras. Otra personalización que incorporamos a cada muestra consiste en la posibilidad de añadir etiquetas a los diferentes elementos destacados de la muestra. De este modo, quien consulte una muestra puede encontrar la imagen y unos puntos sobre los cuales puede hacer clic para identificar lo que está marcado. Estos elementos se consideran típicos o importantes en cada muestra y deberían ser reconocibles en una muestra histológica equivalente.

Los estudiantes que participan en nuestro proyecto de ApS pueden hacerlo de dos maneras. Una es trabajando con las imágenes virtuales, identificando los principales elementos a observar (principalmente tipos de células o estructuras) para incluir tanto una marca en la imagen como una descripción en el microscopio virtual, facilitando así la comprensión y el diagnóstico para quienes visitan el microscopio. Otra manera consiste en elaborar mensajes sobre elementos de las muestras y publicarlos en las redes sociales. Al realizar esta tarea, los estudiantes mejoran sus conocimientos, revisando el tema mientras ayudan a construir un recurso que puede complementar cualquier sesión de histología, en cualquier nivel y lugar, así como divulgar ciencia. Recomendamos la participación de estudiantes con suficiente conocimiento de histología o, al menos, con ganas de aprender y contribuir a la divulgación científica.

RESULTADOS Y AVANCES DEL MICROSCOPIO VIRTUAL

Como resultado del trabajo de escaneo y descripción de elementos presentes en muestras histológicas, hemos desarrollado una página web que funciona como un microscopio virtual. Este portal abierto para la microscopía se encuentra en <http://histoaps.uv.es>. Además, hemos creado redes sociales para difundir este contenido a cualquier persona interesada en histología: Instagram (@histo.aps) y X (@histo_aps). Cabe destacar que todos los materiales están creados en catalán, una lengua minoritaria con poca publicación científica accesible, por lo que aportamos nuevos materiales para la población de ese ámbito lingüístico.

Las muestras histológicas están organizadas por sistemas, órganos, tejidos, células o estructuras (Figura 1). Además, hay un motor de búsqueda para introducir el término del que se desea obtener una imagen histológica. Las muestras proceden de cortes de parafina y de semifinos; estos últimos procedentes de inclusiones en resinas. La misma muestra se puede encontrar teñida con diferentes colorantes para proporcionar más información y observar elementos específicos. Cada imagen tiene su escala de tamaño correspondiente.

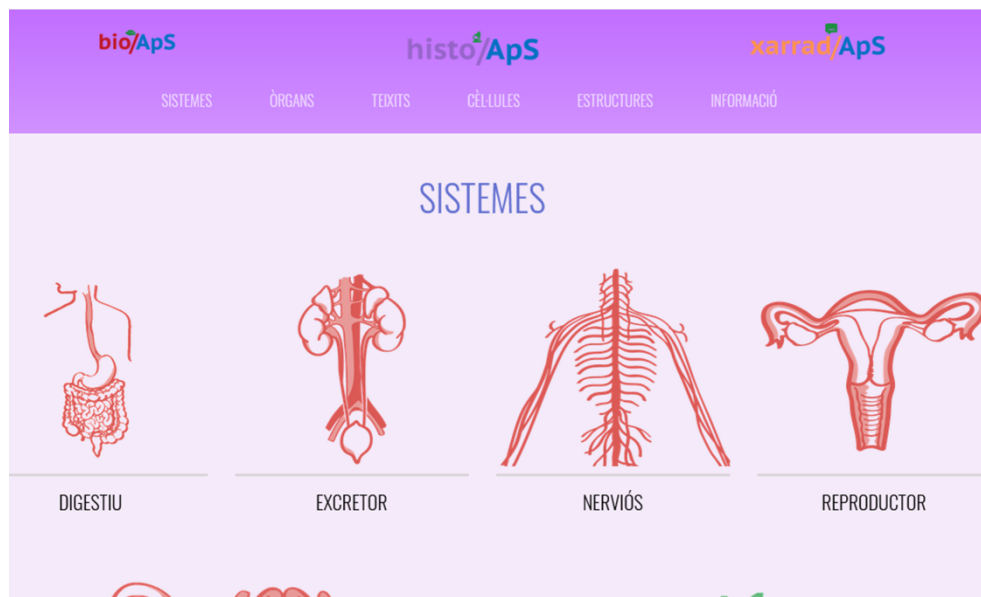


Figura 1. Pantalla de uno de los menús principales del microscopio virtual. Se puede acceder a la muestra de interés mediante el uso de iconos agrupados en diferentes secciones (sistemas, órganos, tejidos, células o estructuras).

Este microscopio virtual permite hacer zoom y ver las muestras histológicas desde cualquier lugar, y cuenta con características adicionales que se describen a continuación. En colaboración con estudiantes de Ingeniería Multimedia involucrados en el proyecto de metodología ApS, se implementaron varias funcionalidades en el sitio web:

- Cálculo de longitud: Es posible dibujar dos puntos para conocer la longitud entre ellos. El software genera una línea y calcula la longitud según la escala de la imagen (Figura 2).
- Cálculo de superficie: La superficie se calcula dibujando directamente en la imagen histológica la estructura, célula, zona, capa, etc., que debe medirse. Este dibujo se hace a mano punto por punto. La web recorta la área marcada y calcula la superficie (Figura 2).
- Esquema de la muestra: Para muestras complejas con diferentes partes o estructuras, se muestra un esquema para aumentar la comprensión de la muestra por parte de los estudiantes (Figura 3).

- Modelo interactivo tridimensional: Esta opción genera una estructura tridimensional de la muestra observada. Para algunos estudiantes, la transición de estructuras bidimensionales a tridimensionales y viceversa es difícil. Esta opción es interactiva; la estructura se puede rotar en 3D para observar la muestra desde distintos ángulos (Figura 3).

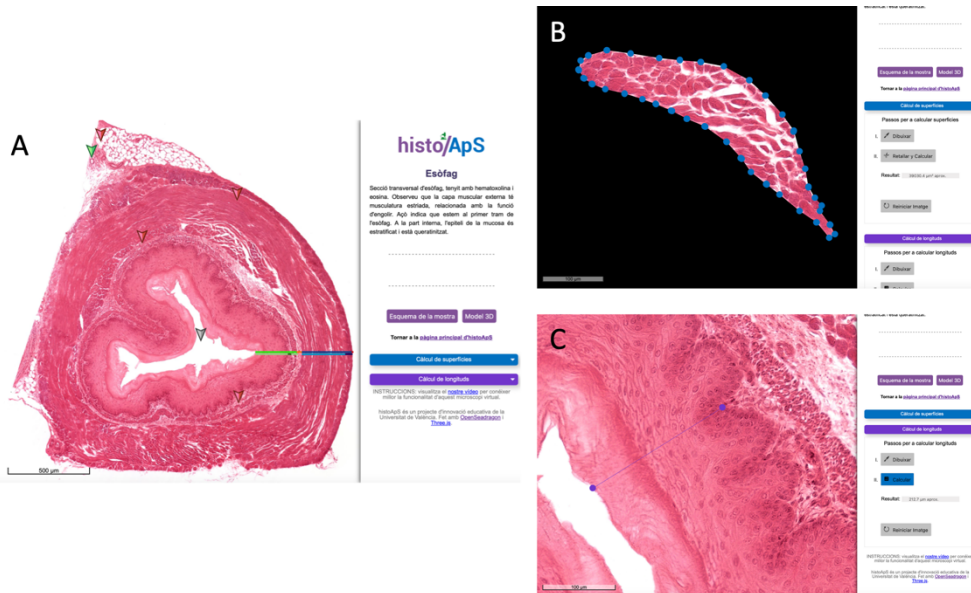


Figura 2. Pantallas de las distintas opciones de uso. A) Imagen principal de la muestra con elementos marcados (puntas de flecha o segmentos de colores) que, al hacer clic sobre ellos nos muestra la descripción. B) Cálculo de superficies de regiones que se han punteado. La función recorta la zona seleccionada e indica la superficie. C) Cálculo de longitudes, entre dos puntos seleccionados.

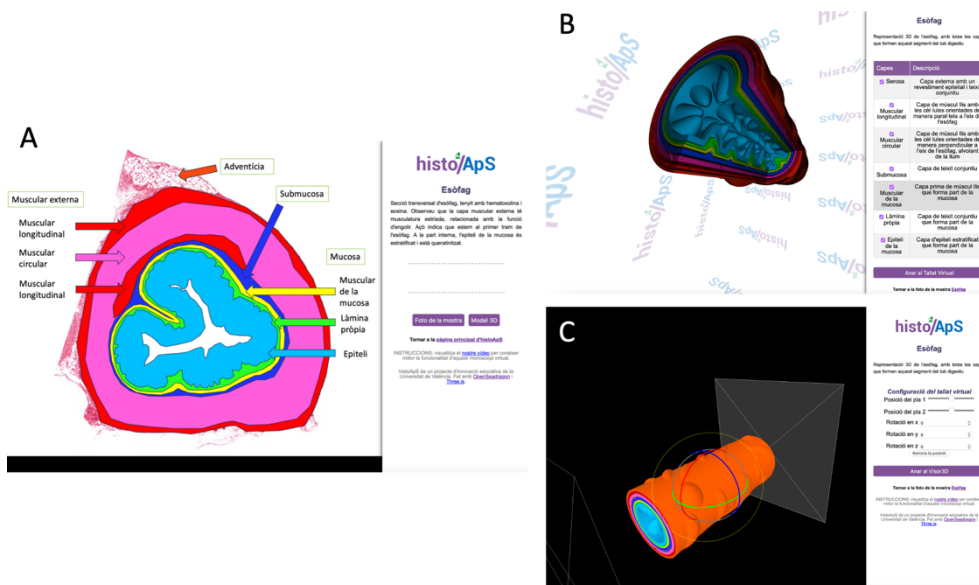


Figura 3. Pantallas de distintas opciones de uso del menú secundario. A) Esquema de la muestra, con indicación de los elementos principales que contiene. B) Modelo tridimensional de la muestra, que permite su rotación, así como hacer visibles alguna o todas sus partes, representadas en colores distintos. C) Modelo tridimensional que puede ser girado en cualquier dirección para, posteriormente, obtener una sección, similar a un corte histológico.

- Sección virtual de la muestra histológica: Esta aplicación interactiva permite rotar un modelo tridimensional de la muestra en todas las direcciones y ejecutar un corte virtual para obtener una sección plana. Los estudiantes pueden crear su propia sección, que podría representar la imagen semejante a un corte histológico concreto, para una mejor comprensión de la estructura del órgano. Por ejemplo, una estructura cilíndrica como una vena o el esófago se puede cortar transversalmente o con inclinación, obteniendo un círculo o una elipse. Aunque la muestra original es la misma, el aspecto varía considerablemente. Esto es especialmente útil para estructuras complejas, donde es difícil imaginar cómo es el órgano observando solo la muestra (Figura 4).

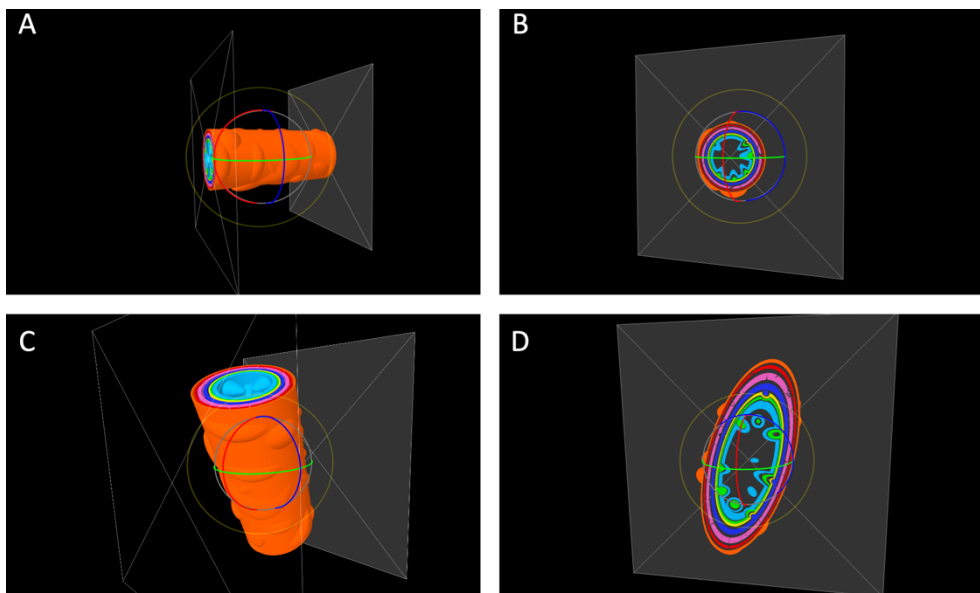


Figura 4. Pantallas de distintas opciones de obtención de cortes 2D virtuales. A, C). Modelos 3D de una estructura cilíndrica (esófago) orientado de distinta manera con respecto a los planos de corte (cuadrados grises). B, D). Cortes virtuales planos, 2D, de los modelos A y C (B corresponde a A y D corresponde a C). Obsérvese como una misma estructura origina secciones tan distintas, algo muy común en secciones histológicas.

COLABORACIÓN INTERDISCIPLINARIA

Como se mencionó anteriormente, gran parte del proceso de preparación del material informático puede ser realizado por personas con habilidades informáticas de nivel medio. Sin embargo, la personalización y adaptación del entorno a las necesidades del alumnado y del profesorado requiere la participación de personal más cualificado. Durante los últimos años, hemos contado con estudiantes de Ingeniería Multimedia que han contribuido con mejoras sucesivas hasta llegar al estado actual del microscopio virtual. Esta colaboración interdisciplinaria ha sido fundamental para el desarrollo del proyecto.

Cada modificación y mejora ha supuesto un reto complejo, desde la conceptualización hasta la implementación, generando diversas versiones hasta alcanzar un producto final de calidad. Proponemos fomentar más diálogo entre diferentes facultades para generar mayor interacción entre alumnado y profesorado, promoviendo la colaboración y atendiendo necesidades emergentes.

CONCLUSIONES

La incorporación de herramientas digitales para el estudio y repaso de contenidos prácticos es una demanda creciente del alumnado y una necesidad en un futuro cada vez más digitalizado. En este contexto, el microscopio virtual se ha convertido en una herramienta cada vez más popular. Por ello, hemos creado el sitio web <http://histoaps.uv.es>, donde se van añadiendo progresivamente las muestras utilizadas en las sesiones prácticas, junto con mejoras continuas que permiten abordar diversas situaciones y problemas relacionados con la histología.

La eficacia de estos modelos ha sido ampliamente estudiada y evaluada para su uso en la enseñanza (Francis *et al.*, 2023; Qing *et al.*, 2022), incluyendo la opinión del personal docente (Hereditou *et al.*, 2022). En algunos casos, se considera la posibilidad de reemplazar completamente el microscopio convencional por el virtual, aunque en otros no. En general, es una herramienta muy solicitada por los estudiantes de teoría y prácticas, para entender y ampliar sus conocimientos de histología, ya que comentan que les es muy útil en el estudio de esta materia. Las ventajas del microscopio virtual incluyen la comodidad, la accesibilidad permanente y la uniformidad de las muestras (todos los estudiantes analizan la misma muestra, a diferencia de los laboratorios tradicionales donde cada corte puede ser diferente). Aunque la automatización completa de la observación microscópica ya está disponible en el mercado y podría ser la única opción en el futuro, creemos que la observación con microscopios reales sigue siendo una habilidad esencial. Es importante que los estudiantes comprendan el funcionamiento de los microscopios, sus componentes y el uso adecuado de cada uno para lograr una observación óptima. Podríamos llegar a una situación similar a la de la fotografía, donde todo está tan automatizado que pocos entienden el proceso de preparación que existe detrás de las buenas imágenes ni las opciones disponibles. Mientras tanto, nos aseguraremos de que nuestros estudiantes sepan utilizar esta herramienta de trabajo tan importante.

Actualmente, algunas de las funcionalidades mencionadas anteriormente no están implementadas en todas las muestras, pero nuestra intención es extenderlas a toda la colección de muestras histológicas. También estamos ampliando el número de muestras en la colección, incluyendo muestras de

microscopía electrónica. Esperamos que esta herramienta virtual se convierta en un recurso común para la divulgación científica, no solo en el ámbito educativo y académico, sino también en la sociedad en general, interesada en la histología.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Servei de Formació Permanent i Innovació Educativa de la Universitat de València por el apoyo brindado, ya que nos ha permitido llevar a cabo estas actividades desde el curso académico 2015-2016; y especialmente, al grupo de estudiantes, tanto de formación biológica como de ingeniería, que han participado a lo largo de todos estos años.

REFERENCIAS

- Felten, C.L., Strauss, J.S., Okada, D.H. y Marchevsky, A.M. (1999). Virtual microscopy: high resolution digital photomicrography as a tool for light microscopy simulation. *Hum. Pathol.*, 30(4), 477-483. [https://doi.org/10.1016/s0046-8177\(99\)90126-0](https://doi.org/10.1016/s0046-8177(99)90126-0)
- Francis, D.V., Charles, A.S., Jacob, T.M., Ruban, A., Premkumar, P.S. y Rabi, S. (2023) Virtual microscopy as a teaching-learning tool for histology in a competency-based medical curriculum. *MJAFI*, 79(Suppl 1), S156-S164. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2022.02.002>
- Herodotou, C., Aristeidou, M., Scanlon, E. y Kelley, S. (2022). Virtual Microscopes and online learning: Exploring the perceptions of 12 teachers about pedagogy. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/02680513.2022.2112661>
- Kalinski, T., Zwönitzer, R., Sel, S., Evert, M., Guenther, T., Hofmann, H., Bernarding, J. y Roessner, A. (2008). Virtual 3D microscopy using multiplane whole slide images in diagnostic pathology. *Am. J. Clin. Pathol.*, 130(2), 259-64. <https://doi.org/10.1309/QAM22Y85QCV5JM47>
- Qing, J., Cheng, G., Ni, X.Q., Yang, Y., Zhang, W. y Li, Z. (2022) Implementation of an interactive virtual microscope laboratory system in teaching oral histopathology. *Sci. Rep.*, 12(1), 5492. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09473-6>

Uso de preparaciones histológicas virtuales en la docencia universitaria en el Área de Biología Celular

Quirós González, I., Mayo, J.C., Cernuda Cernuda, R., González Menéndez, P., Hevia D. y Sáinz R.M.

Departamento de Morfología y Biología Celular. Universidad de Oviedo. Facultad de Medicina C/ Julián Clavería, 33006 Oviedo

RESUMEN: El uso de preparaciones es una herramienta fundamental en el entorno profesional del biólogo celular. Diferentes universidades ofrecen atlas digitales para sus alumnos. Algunos programas permiten señalar y marcar estructuras de manera activa. **Objetivos:** Implementar el uso de preparaciones virtuales en las prácticas de asignaturas del área de Biología Celular. **Metodología:** Participaron los alumnos de prácticas de aula (PA) (n=105) y de prácticas de laboratorio (PL) (n=84) del grado de Biología. Las imágenes de inmunohistoquímica (PA) y hematoxilina-eosina (PL) fueron escaneadas a máxima resolución en las Universidades de Cambridge y de Oviedo. Se emplearon como visores los programas QuPath y NDPi viewer. Se remitieron formularios de satisfacción anónimos a los alumnos. **Resultados:** Se emplearon la plataforma Teams para permitir en las PA la visualización y la discusión, y acceso a través de un servidor (Uniovi) para las PL. La implementación que fue manual es tediosa pero no precisa de profundos conocimientos de informática una vez se tiene un servidor configurado. Los alumnos adquirieron manejo básico del programa. En las PA se mejoró la nota media comparado con formato de PA tradicional, en las PL, la nota media fue similar. Los alumnos se mostraron satisfechos con el uso de la preparación virtual. **Conclusiones:** La implementación de preparaciones virtuales se puede realizar, pero requiere de la adquisición de equipamiento y gestión de usuarios y datos. El uso de preparaciones virtuales iguala o mejora los resultados del aprendizaje, y es percibido por los estudiantes como una herramienta que complementa su formación.

PALABRAS CLAVE: Histología Digital Prácticas

ABSTRACT: The use of slide preparations is a fundamental tool in the professional environment of cell biologists. Various universities offer digital atlases for their students, and some programs allow for the active annotation and marking of structures. **Objectives:** Implement the use of virtual slide preparations in practical sessions for courses in the field of Cell Biology. **Methodology:** Participants included students from classroom-based practical sessions (CP) (n=105) and laboratory-based practical sessions (LP) (n=84) in the Biology degree program. Immunohistochemistry (CP) and hematoxylin-eosin (LP) images were scanned at maximum resolution at the Universities of Cambridge and Oviedo. The QuPath and NDPi viewer programs were used for visualization. Anonymous satisfaction surveys were distributed to students. **Results:** The Teams platform was used

La docencia de la Biología Celular en la universidad. Un recorrido a través de distintas experiencias,
Eds. M. Durán, M. Molina y X. Ponsoda

Publicacions de la Universitat de València, 2025. ISBN: 978-84-9133-793-5, CC BY-NC-ND 4.0

to enable visualization and discussion in CPs, while access for LPs was provided through a Uniovi server. The implementation process, though manually intensive, does not require advanced IT knowledge once the server is configured. Students acquired basic proficiency in using the program. In CPs, the average grade improved compared to traditional CP formats, while in LPs, the average grade remained similar. Students expressed satisfaction with the use of virtual slide preparations. Conclusions: The implementation of virtual slide preparations is feasible but requires investment in equipment as well as user and data management. The use of virtual slide preparations either maintains or improves learning outcomes and is perceived by students as a valuable tool that complements their education.

KEYWORDS: Practical Sessions, Digital Histology

INTRODUCCIÓN

El uso de preparaciones virtuales, entendidas como escaneos de alta resolución de preparaciones histológicas completas que generan imágenes del tejido que se pueden observar en un rango continuo de magnificación desde aproximadamente 5 a 400 aumentos, se ha establecido como una herramienta profesional del biólogo celular indispensable en entornos clínicos, investigadores y docentes.

En la docencia universitaria, estas herramientas al permitir la observación simultánea de las preparaciones histológica durante la clase y permiten al alumno visitar y explorar los materiales de manera independiente fuera de las horas de clase. Muchas universidades ofrecen atlas digitales con imágenes de cortes histológicos en alta resolución, para complementar la formación de los alumnos. En este sentido la Universidad de Oviedo tiene una carencia en la disposición de este tipo de material virtual disponible para los alumnos.

Determinados programas además permiten la notación por parte de los alumnos de las estructuras de modo que el alumno puede ser evaluado de una manera diferente, teniendo que “moverse” por la preparación y señalando estructuras de manera activa, dejando la notación en la imagen virtual en lugar de la notación manuscrita en el guión.

OBJETIVOS

Implementar el uso de preparaciones virtuales en el contexto de las prácticas de aula y de laboratorio en las asignaturas de Biología Celular e Histología (Prácticas de Aula) y en la asignatura de Organografía Animal Comparada. La implementación se realizó en dos formatos, el primero de visualización en Biología Celular y el segundo en formato de notación en una tarea evaluable del guion de prácticas.

METODOLOGÍA

En las diferentes actividades de innovación participaron los alumnos de prácticas de aula de Biología Celular (n=105) y de Organografía Animal Comparada (n=84) ambos alumnos del grado de Biología. Las imágenes fueron escaneadas en las Unidades de Histopatología del Cambridge Institute de la Universidad de Cambridge y del Instituto Universitario Oncológico de la Universidad de Oviedo que cedieron amablemente el escáner para un uso puntual. Los escáneres se realizaron con el objetivo de 40x. (Figura 1).

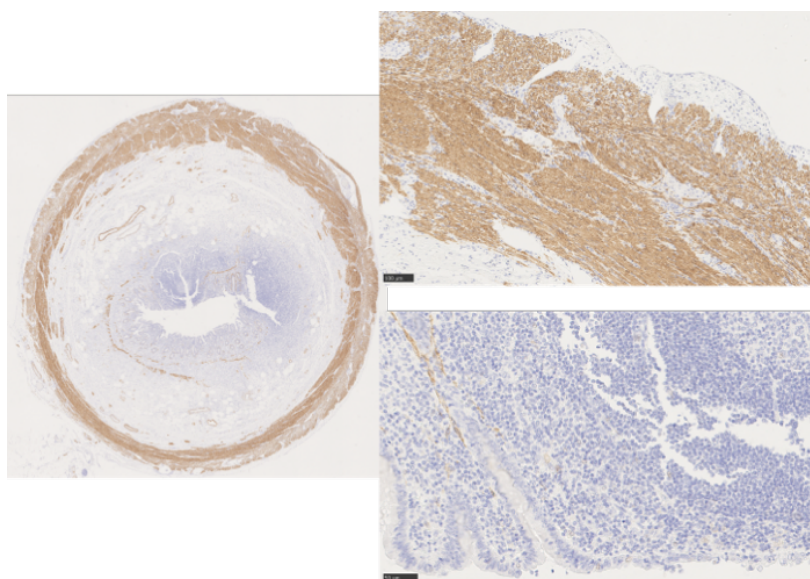


Figura 1. Ejemplo de imagen histológica escaneada para prácticas de aula. Se muestra detalle a distintos aumentos.

Para la actividad de práctica de aula de Biología Celular se empleó como visor el programa de análisis de imagen histológica QuPath. Las imágenes fueron inmunohistoquímicas de diferentes proteínas en distintos tejidos y los alumnos debieron realizar un ejercicio de resolución de problema en grupo para identificar el órgano o tejido en función de la proteína (función, localización) y la arquitectura del mismo. Para la práctica de laboratorio se empleó el visor web NDPi viewer (Hamamatsu) que permite la notación de las imágenes. Se remitieron cuestionarios de satisfacción a través del Microsoft forms de la Universidad de Oviedo. Las encuestas fueron anónimas y de 6 preguntas, de las preguntas 5 fueron de valoración 1-10 y la última de comentarios libres.

RESULTADOS

Acceso a las imágenes

Se diseñaron dos sistemas de acceso en función de las necesidades de cada una de las tareas a desarrollar. Para la práctica de aula que abarcaba varias sesiones, y precisaba de una plataforma que permitiera la visualización de las

imágenes (de entre 63 y 655 MB), para el intercambio de información y la discusión se optó por la plataforma de Teams de la Universidad, ya que la memoria requerida no permitía compartirlas en el Campus Virtual.

Para el ejercicio de prácticas de laboratorio se optó por el acceso a NDP viewer web a través de uno de los servidores disponibles en la Universidad de Oviedo. Cada alumno contó con un usuario, contraseña y sesión individual que fueron generadas manualmente. Las notaciones se guardaron en la sesión de cada alumno (Figura 2).

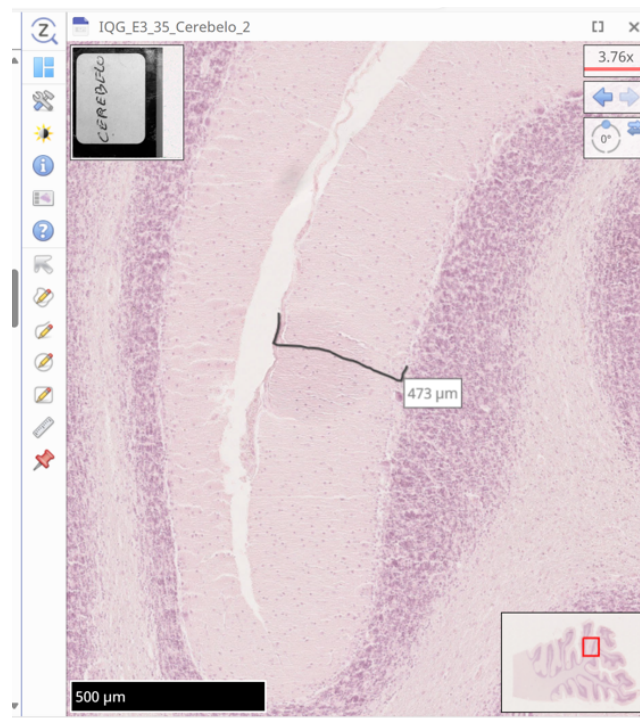


Figura 2. Ejemplo de notación guardada sobre la imagen

Dificultades en la transmisión de conceptos

Tanto los alumnos de primero (PA Biología Celular) como de segundo de biología (PL Organografía) tuvieron que asimilar una serie de conceptos con los que no estaban familiarizados, algunos pertenecientes a competencias específicas de biología celular y otros a competencias transversales como el uso de herramientas informáticas a nivel de usuario.

Dificultades en el acceso, evaluación implementación

En general a pesar de lo exigente del proceso de implementación que se realizó de manera manual: 1) Creación y asignación de grupos y contenidos en las PA. 2) Creación de usuario, contraseña e imagen en las PL. Los accesos funcionaron bien y sin incidentes, demostrando que es un proceso tedioso pero sencillo.

Resultados del aprendizaje

Para evaluar los resultados del aprendizaje se compararon las notas medias de las actividades análogas realizadas años anteriores. En las prácticas de aula la media de la nota de los alumnos subió entre 1 y 0,4 puntos (notas máximas sobre 10).

En la práctica de laboratorio la nota media fue similar a la media del resto de prácticas, no hubo diferencias en la media. Tampoco hubo diferencias en la percepción de las capacidades adquiridas por los alumnos que consideraron que su conocimiento sobre biología e histología era muy similar antes y después de realizar la práctica de laboratorio (7,66 vs. 7,75).

Impresiones de los estudiantes

Para conocer la impresión de los estudiantes se emplearon cuestionarios breves. En las prácticas de aula el cuestionario se realizó con posterioridad a la práctica (25 respuestas). Los alumnos se mostraron satisfechos (media satisfacción 8,2) con la estrategia de resolución de problemas y con el uso de la preparación virtual tanto para sesiones de PA y PL (media 8,7) como para la evaluación (media 8,3, Figura 3).

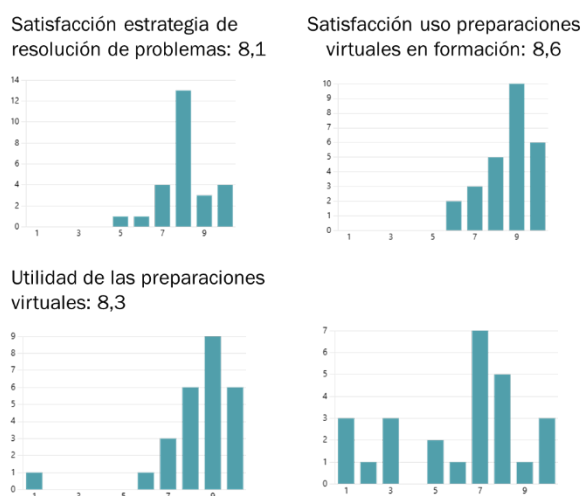


Figura 3. Resultados de la encuesta realizada a los estudiantes de las prácticas de aula de Histología del grado de Biología. Las medias de las valoraciones se muestran en los títulos de cada gráfico.

En el caso de la práctica de laboratorio (respuestas 8) los alumnos se mostraron satisfechos con el uso de la preparación virtual (media 8,13) y consideran que es una herramienta útil para su implementación en la docencia de Organografía Animal Comparada (media 9,1; Figura 4).



Figura 4. Resultados de la encuesta realizada a los estudiantes de las prácticas de laboratorio de Organografía Animal Comparada del grado de Biología. Las medias de las valoraciones se muestran en los títulos de cada gráfico.

CONCLUSIONES

La implementación de preparaciones virtuales se puede realizar a diferentes niveles, pero en general para un uso tanto de observación como de evaluación que cubra todos los contenidos requiere de la adquisición de equipamiento (servidor) y la colaboración de los servicios informáticos.

El uso de preparaciones virtuales iguala o mejora los resultados del aprendizaje, y es percibido por los estudiantes como una herramienta útil y práctica que complementa su formación.

“La Fábrica de Proteínas” ¡la mejor forma de aprender jugando!

López-Ferrerías, L.

Grupo de Innovación Docente NUTRAGRO. Área de Biología Celular, Departamento de Biología Molecular. Universidad de León

RESUMEN: La asignatura de “Biología Celular y Tisular”, impartida en el primer curso del Grado en Podología, presenta la dificultad de una cierta falta de motivación por parte del alumnado. Esta circunstancia podría estar debida, al menos en parte, a la equivocada percepción de que apenas hay relación entre esta asignatura y los objetivos del Grado, lo que conlleva una actitud y estado emocional que afecta a los resultados de su aprendizaje. Con el objetivo de involucrar a los estudiantes en su aprendizaje y afianzar los conocimientos adquiridos durante el curso, se llevó a cabo una actividad de repaso fundamentada en la metodología activa “aprendizaje basado en el juego”. La actividad, de carácter voluntario, consiste en un juego de mesa llamado “La Fábrica de Proteínas” en el que el objetivo es fabricar una proteína que va a ser exportada al exterior de la célula. Los estudiantes, en grupos de 4-5 personas, van avanzando por el tablero (proyectado en la pantalla del aula), que representa una célula; comenzando en el centro (el núcleo) hasta llegar al exterior de la célula, donde se secreta la proteína generada. El tablero está formado por distintos tipos de casillas: casillas *vía secretora*, casillas *degradación*, casillas *prueba* relacionadas con los conceptos de la asignatura (dibujar, palabra oculta, pregunta, elección de prueba) y casillas *dado*. Para ganar el juego son necesarias dos condiciones: 1) exportar la proteína generada, llegando al final del tablero; y 2) haber completado de forma correcta al menos dos pruebas de cada tipo. Tras haber realizado la experiencia se les pide a los estudiantes que valoren la actividad mediante una encuesta en el aula virtual institucional (Moodle) que consiste en 5 preguntas de elección múltiple y 3 de respuesta corta de texto. A partir de los resultados obtenidos, puede concluirse que la actividad es recibida por los estudiantes de una forma muy positiva, ayuda a incentivar su motivación por la asignatura y mejora su aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje Basado en el Juego, Biología Celular, Juego Educativo

ABSTRACT: The course “Cell and Tissue Biology”, taught in the first year of the Podiatry Degree, is presented with the difficulty of a certain lack of motivation by the students. This could be due, at least in part, to the mistaken perception that there is hardly any relationship between this course and the aims of the Degree, which leads to an attitude and emotional state that affects the results of their learning. With the aim of involving the students in their learning and consolidating the knowledge acquired during the course, a

final activity was designed based on the active learning methodology “game-based learning”. The activity, of a voluntary nature, consists of a board game called “The Protein Factory” whose aim is to generate a protein that will be exported to the outside of the cell. The students, in groups of 4-5 members, move along a path on the board (projected on the classroom screen), which represents a cell, starting in the center (the nucleus). There are different types of squares on the track: *secretory pathway* squares, *degradation* squares, *task* squares related to the concepts of the course (drawing, hidden word, question, task choice) and *dice* squares. To win the game, two conditions must be met: 1) export the generated protein, reaching the end of the board; and 2) have correctly completed at least two tasks of each type. After having completed the experience, the students are asked to evaluate the activity using a survey through the institutional virtual classroom (Moodle) that consists of 5 multiple choice questions and 3 short text answer questions. According to the results obtained, it can be concluded that the activity is received in a very positive way by the students and that it enhances their motivation for the course improving their learning.

KEYWORDS: Cell Biology, Educational Game, Game-Based Learning

INTRODUCCIÓN

A pesar de que la mayoría de los estudiantes de la asignatura “Biología Celular y Tisular” del primer curso del Grado en Podología muestran cierto grado de interés por esta asignatura, muchos de ellos presentan una notable falta de motivación por su estudio. Esto podría ser debido a varias circunstancias. Por un lado, les resulta muy complicado relacionar los contenidos de la asignatura con los objetivos generales del grado. Y, por el otro, solamente un tercio de los estudiantes matriculados en este Grado eligieron el Grado en Podología como primera opción. El resto pretendían cursar el Grado en Enfermería o Fisioterapia (Universidad de León, 2024). Si tenemos en cuenta que en muchas universidades estos Grados no incluyen una asignatura relacionada con la biología celular, no es sorprendente que los alumnos muestren una actitud y estado emocional que impactan negativamente en su aprendizaje.

Las metodologías de aprendizaje activo han emergido como estrategias pedagógicas innovadoras, transformando el aula en un espacio dinámico e inclusivo, donde estudiantes y docentes colaboran para alcanzar metas educativas más significativas. A diferencia de los enfoques tradicionales, centrados en el docente, las metodologías de aprendizaje activo colocan al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje a través de actividades prácticas, colaborativas y basadas en la resolución de problemas. Este enfoque promueve no solo la adquisición de conocimientos para superar los exámenes, sino que también capacita a los estudiantes para enfrentar los desafíos de la vida real con las competencias necesarias, como el pensamiento crítico y analítico, la creatividad o la resolución de conflictos (Konopka *et al.*, 2015).

Entre las metodologías de aprendizaje activo se encuentra el aprendizaje basado en el juego. Esta metodología utiliza los juegos como herramientas pedagógicas para facilitar el aprendizaje, fomentar la motivación y mejorar la retención de conocimientos. El aprendizaje basado en el juego se basa en la premisa de que la experiencia inmersiva y la interacción lúdica pueden convertir el aprendizaje en un proceso más significativo y entretenido, que promueve habilidades cognitivas, sociales y emocionales a la vez que refuerza los conceptos teóricos (Caballero Calderón, 2021).

Los juegos permiten que los estudiantes experimenten los conceptos en un entorno simulado, mejorando la comprensión y la retención del contenido, desarrollando habilidades tales como la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la toma de decisiones. Además, debido al componente lúdico y competitivo inherente a los juegos, los estudiantes se involucran activamente, lo que fomenta el interés y la perseverancia en tareas académicas repercutiendo en una motivación más favorable (Caballero Calderón, 2021).

En el campo de la biología celular, el aprendizaje basado en el juego ha demostrado ser especialmente útil para enseñar conceptos abstractos y complejos. Por ejemplo, juegos de simulación permiten a los estudiantes interactuar con modelos virtuales de procesos de transporte vesicular o mecanismos de replicación del ADN. Estas experiencias facilitan la comprensión de estructuras y procesos celulares que de otro modo serían difíciles de visualizar en el aula tradicional (Navarro-Sempere *et al.*, 2022; Quisaguano y Aguilar, 2024).

La hipótesis de este trabajo fue: La realización de una actividad basada en el aprendizaje basado en el juego va a promover la motivación de los estudiantes en la asignatura “Biología Celular y Tisular” del Grado en Podología, así como ayudar a consolidar los conceptos trabajados durante el curso.

Los objetivos de este trabajo han sido: 1) diseñar una actividad de aprendizaje basado en el juego; y 2) evaluar si dicha actividad mejora la motivación y consolidación de los conceptos en la asignatura “Biología Celular y Tisular” del Grado en Podología.

METODOLOGÍA

Diseño de la actividad “La Fábrica de Proteínas”

Se diseñó un juego de mesa que consta de: un tablero (Figura 1) y 50 tarjetas con las pruebas a realizar (Figura 2A). Este juego ha sido registrado en el Registro de la Propiedad Intelectual, Evidencias, Secretos Empresariales y Material Biológico de la Universidad de León (Número de asiento registral 2024 - 000009).

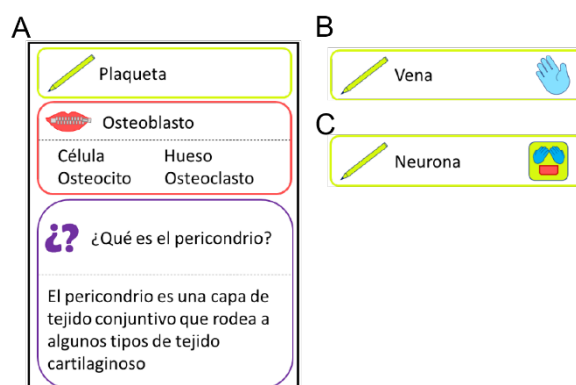


Figura 2. Imagen de una tarjeta prueba representativa (A). Símbolos que indican la necesidad de dibujar con la mano no dominante (B) o con los ojos cerrados (C).

Los jugadores, en grupos de 4-5 miembros, irán avanzando por el tablero, comenzando en el centro (el núcleo), hasta llegar al exterior de la célula. Para tirar el dado los estudiantes utilizarán una aplicación de teléfono móvil de su elección.

Para ganar el juego serán necesarias dos condiciones: 1) llegar al final del tablero (exportar la proteína generada); y 2) haber completado de forma correcta al menos dos pruebas de cada tipo.

El grupo de estudiantes que gane será incentivado con un aumento en la nota final de la asignatura. En caso de que ningún grupo haya secretado una proteína al final de la sesión docente, el grupo con mayor número de pruebas realizadas correctamente será reconocido como el ganador.

Tabla 1. Preguntas de la encuesta utilizada para evaluar la actividad.

1. El juego está bien diseñado: es fácil de jugar y es divertido (1: muy en desacuerdo; 10: muy de acuerdo)
2. Permite repasar los contenidos de la asignatura (1: muy en desacuerdo; 10: muy de acuerdo)
3. Ayuda a afianzar los contenidos de cara a la preparación del examen final (1: muy en desacuerdo; 10: muy de acuerdo)
4. Fomenta la participación de todos los estudiantes (1: muy en desacuerdo; 10: muy de acuerdo)
5. El premiar con puntos, que suman a la nota final, anima a esforzarse para superar a los compañeros y de paso aprender (1: muy en desacuerdo; 10: muy de acuerdo)
6. ¿Qué es lo que más te ha gustado de la actividad?
7. ¿Y lo que menos?
8. ¿Tienes alguna sugerencia para mejorarla para los próximos cursos?

Evaluación de la actividad

La evaluación de la actividad se llevó a cabo mediante una encuesta realizada en el aula virtual institucional (Moodle) de la asignatura. Dicha encuesta está formada por 8 preguntas: 5 preguntas de elección múltiple (preguntas 1 - 5); y 3 preguntas de respuesta de texto corto (preguntas 6 - 8); descritas en la Tabla 1.

RESULTADOS

El juego se diseñó a lo largo del curso 2020/2021 y se ha utilizado en la última sesión docente (2 horas consecutivas, créditos B1) en los últimos 4 cursos (desde el curso 2021/2022 hasta el 2024/2025) como una actividad de repaso del contenido trabajado durante toda la asignatura. Al comienzo de la sesión la profesora explicó la dinámica del juego y a partir de ese momento se quedó en el pasillo, con la puerta abierta, con el objetivo de darles más libertad a los estudiantes durante el juego.

Todos los alumnos presentes en dicha sesión eligieron participar en el juego. Los alumnos se dividieron por grupos a su elección y decidieron un nombre de grupo.

En la mayoría de las sesiones la dinámica del juego se realizó sin ninguna alteración. Si bien cabe mencionar que en una de las sesiones hubo alguna disputa por un grupo que hacía trampas utilizando el móvil para buscar las respuestas a las pruebas pregunta.

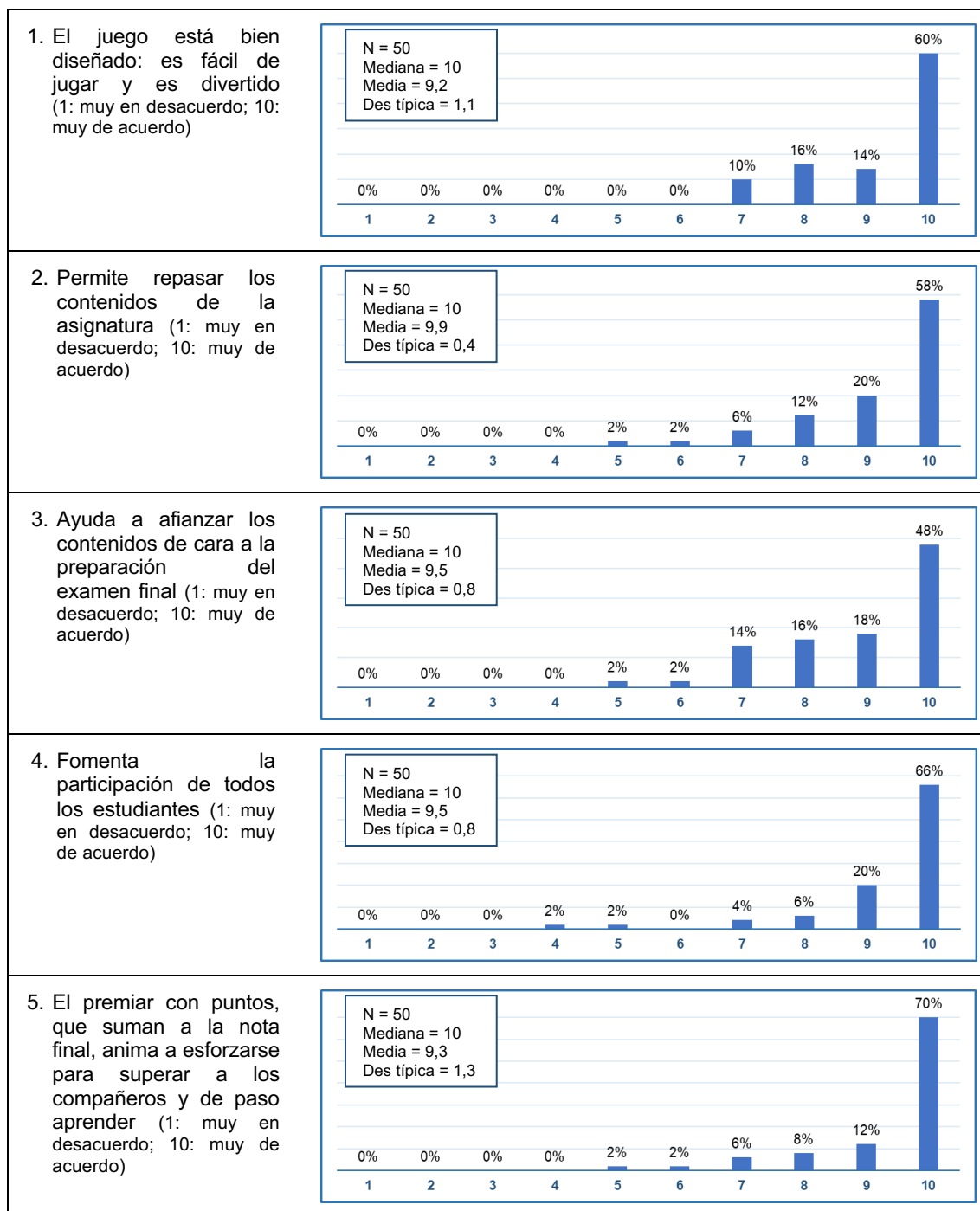
Al finalizar la sesión todos los alumnos se mostraron muy positivos con la actividad.

En cuanto a las encuestas de evaluación de la actividad, los resultados de las preguntas de respuesta múltiple (preguntas 1-5) se muestran en la Tabla 2. La mayoría de los estudiantes piensan que el juego está bien diseñado y permite repasar los contenidos de la asignatura, afianzando dichos conceptos de cara al examen de una manera divertida e inclusiva. Además, el hecho de incentivar con puntos en la nota final de la asignatura aumenta la motivación de los estudiantes para realizar la actividad.

En cuanto a los resultados obtenidos en las preguntas de texto corto (6-8), lo que más les ha gustado de la actividad es que la actividad es divertida y dinámica, se produce una participación activa por todos los estudiantes, el compañerismo, el aprendizaje en ambiente distendido y la retroalimentación de conocimientos.

Los aspectos más negativos se centraban en el revuelo en clase y las disputas por trampas.

Por último, la mayoría de las sugerencias mencionan que la profesora esté presente durante la actividad para evitar que alguno de los grupos haga trampas.

Tabla 2. Resultados de las preguntas 1-5 de la encuesta.

CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas son:

1. Los alumnos han acogido la actividad y se han implicado en ella de manera positiva.
2. La actividad ha incentivado la motivación de los estudiantes, mejorando su aprendizaje.

REFERENCIAS

- Caballero Calderón, G.E. (2021). Las actividades lúdicas para el aprendizaje. *Pol. Con.*, 6(4): 861-878. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i4.2615>
- Konopka, C., Adaime, M. y Mosele, P. (2015) Active teaching and learning methodologies: Some considerations. *Creat. Educ.*, 6: 1536-1545. <https://doi.org/10.4236/ce.2015.614154>
- Navarro-Sempere, A., García, M., García, E., Jiménez, D., Pinilla, V., López-Jaén, A.B., Martínez-Peinado, P., Pascual-García, S., Sempere, J.M. y Segovia, Y. (2022). Gamificación Educativa en el Laboratorio de Biología Celular. *Int. J. Morphol.*, 40(6): 1426-1433. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022022000601426>
- Quisaguano Caiza, Y.E. y Aguilar Barriga, P.R. (2024). Diseño de un proyecto de innovación educativa en Biología Celular: Recursos educativos abiertos y aprendizaje basado en juegos. *Estudios y Perspectivas*, 4(1): 2669-2684. <https://doi.org/10.61384/r.c.a..v4i1.219>
- Universidad de León (2024). *Principales indicadores de título*. <https://calidad.unileon.es/principales-indicadores-de-titulo/> (fecha de consulta 10-enero-2025)

Microscopía al alcance de todos: innovación en la enseñanza para un aprendizaje ubicuo en Biología Celular e Histología

Antuña, E., Potes, Y., Vega-Naredo, I., Martínez-Pinilla, E., Coto-Montes, A. y Caballero, B.

Departamento de Morfología y Biología Celular, Facultad de Medicina, Universidad de Oviedo, Av. Julián Clavería s/n, 33006, Oviedo, España

RESUMEN: El presente trabajo trata de responder y abordar la necesidad actual de incorporar nuevas estrategias y metodologías pedagógicas para reforzar el aprendizaje práctico en microscopía. Con este objetivo, se ha desarrollado un Canal Virtual de Histología y se ha implementado la metodología de la clase invertida en diversas sesiones prácticas de la asignatura Biología Celular e Histología. Las herramientas diseñadas en el marco de este proyecto de innovación docente han recibido una valoración y acogida positiva por parte del alumnado, evidenciando la efectividad de los enfoques planteados, como el aprendizaje en línea, ubicuo, y la metodología de la clase invertida.

PALABRAS CLAVE: Docencia práctica, Microscopía Fotónica de Campo Claro, Nuevas estrategias pedagógicas, Aula Invertida, Biología Celular e Histología.

ABSTRACT: The present work attempts to respond and to approach the current need of incorporating new pedagogical strategies and methodologies to reinforce practical learning in microscopy. With this objective, we have developed a Virtual Histology Channel as well as we have implemented the flipped classroom methodology in several practical sessions for the subject Cell Biology and Histology. The tools designed within the framework of this teaching innovation project have received a positive evaluation by the students, showing the effectiveness of these approaches proposed, such as online and ubiquitous learning and the flipped classroom methodology.

KEYWORDS: Practical Learning, Optical Microscopy, New Teaching Strategies, Flipped Classroom, Cell Biology and Histology.

INTRODUCCIÓN

La “Universidad del presente” se encuentra frente a unos retos didácticos realmente variados, teniendo que adaptar su docencia a las necesidades pedagógicas y físicas de sus estudiantes, reflejo real de la sociedad que nos rodea (Janet *et al.*, 2022). Los acontecimientos socio-económicos globales

La docencia de la Biología Celular en la universidad. Un recorrido a través de distintas experiencias,
Eds. M. Durán, M. Molina y X. Ponsoda

Publicacions de la Universitat de València, 2025. ISBN: 978-84-9133-793-5, CC BY-NC-ND 4.0

tienden a afectar a las instituciones públicas y las Universidades, y su docencia, no queda exenta a los cambios vividos en los últimos años. Así, la pandemia de COVID-19 supuso un reto sin precedentes para la educación superior, pero también ha resultado ser un potente catalizador para la innovación docente. Durante las restricciones sanitarias, las prácticas no presenciales obligaron a los docentes a desarrollar materiales y estrategias digitales para garantizar la continuidad del aprendizaje, sobre todo en aquellas materias con gran contenido práctico.

La asignatura de Biología Celular e Histología es parte del módulo de formación básica del primer curso de los Grados en Biología, Química, Medicina, Odontología, Enfermería y Fisioterapia de la Universidad de Oviedo. Como parte esencial del currículo, su principal objetivo es generar en el alumnado un conocimiento sólido sobre la organización y funcionalidad biológica del organismo desde una perspectiva celular e histológica. Este conocimiento es crucial para construir las bases necesarias que sustentarán el aprendizaje en asignaturas posteriores relacionadas con la Biología y la Biomedicina, tales como la Organografía, la Anatomía y la Fisiología.

En estas asignaturas básicas, el componente práctico desempeña un papel crucial para alcanzar las competencias y resultados de aprendizaje curriculares. De hecho, la evaluación final de las prácticas de laboratorio constituye el 30% de la calificación definitiva de la asignatura, reflejando su relevancia dentro del plan docente de la asignatura. En general, las sesiones prácticas se enfocan en el uso del microscopio fotónico de campo claro para observar e interpretar gran número de preparaciones histológicas. A lo largo de 11 sesiones prácticas de laboratorio, se pretende que los estudiantes desarrollen destrezas específicas, como el manejo autónomo del microscopio, así como la identificación de estructuras celulares y tipos de tejidos específicos en las muestras histológicas observadas en casa sesión.

Pese a la dinámica teórico-práctica de cada sesión de laboratorio, la experiencia docente ha evidenciado que nuestros estudiantes se enfrentan a diversas dificultades, especialmente en la correcta identificación de las preparaciones histológicas que deben observar. Esta complejidad se matiza aún más cuando se emplean preparaciones con diferentes tipos de tinciones histológicas. Estas barreras se ven aún más agravadas en el caso del alumnado con necesidades educativas especiales (necesidades heterogéneas y cada vez más numerosas en las aulas universitarias), especialmente aquellos estudiantes con discapacidades motoras o físicas que les dificultan el acceso pleno a los recursos y actividades prácticas tradicionales. En este contexto, la implementación de nuevas estrategias didácticas adaptadas a diferentes estilos de aprendizaje se ha convertido en una necesidad imperante.

Por ello, surge este proyecto de innovación docente financiado por la Universidad de Oviedo (ref. 124406) con el principal objetivo de promover nuevas estrategias de aprendizaje para las prácticas de laboratorio de la asignatura Biología Celular e Histología. Nuestros principales objetivos, basados en el aprendizaje online y ubicuo, así como la metodología de la clase invertida, responde a las recomendaciones de expertos en educación, quienes destacan la relevancia de integrar herramientas digitales y dinámicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la educación superior para fomentar, además, las competencias transversales comunes a las diferentes asignaturas y Grados Universitarios.

METODOLOGÍA

Participantes

El presente estudio se llevó a cabo en la asignatura Biología Celular e Histología del Grado en Biología de la Universidad de Oviedo. Los participantes incluidos en el estudio fueron alumnos matriculados en la asignatura en los cursos académicos 2021/2022 y 2022/2023. El primer curso académico contó con un número total de 81 alumnos que aceptaron participar en el proyecto (n=81), mientras que en el curso académico posterior la participación del estudio alcanzó un total de 39 alumnos (n=39). Esta merma en el número de participantes en el segundo año del proyecto se debe a que la metodología de la clase invertida solo se realizó en algunas de las sesiones y grupos de prácticas de la asignatura, en concreto, en las últimas 3 sesiones de la parte de Biología Celular e Histología Animal, para asegurar que todo el alumnado hubiera adquirido totalmente y de forma apropiada y autónoma la competencia de manejo del microscopio, dado que se trata de alumnos de primer curso del Grado en Biología.

Procedimiento

El proyecto se organizó en dos fases de ejecución. Para evaluar el grado de satisfacción del alumnado a lo largo de ambas fases del proyecto de innovación docente, se realizó una encuesta final de valoración a través del enlace a un cuestionario de Google Forms.

Fase 1. Como tarea específica de la primera fase del estudio se realizó la grabación de los vídeos didácticos que fueron publicados en abierto en nuestro Canal Virtual de Histología en la plataforma de YouTube. El procedimiento y detalles técnicos de esta primera fase han sido publicados previamente por el equipo en estudios recientes (Caballero-García *et al.*, 2023).

Fase 2. Durante esta segunda fase se trató de crear un nuevo escenario docente para las prácticas de laboratorio de la asignatura, basado en la metodología de

la clase invertida. Como se muestra en la Figura 1, esta segunda fase consta de varias tareas específicas de ejecución:

1. Publicación de materiales docentes en el Campus Virtual para el alumnado. El profesorado responsable de la docencia práctica de la asignatura se encargó de publicar el material docente necesario para cada clase invertida en el Campus Virtual de la asignatura con el fin asegurar una preparación adecuada del alumnado previa a las sesiones prácticas de laboratorio en su modalidad invertida. Entre los materiales que el alumnado debía revisar, de forma autónoma y ubicua, para cada clase práctica invertida destacan los siguientes: una presentación con los conceptos teóricos básicos para cada sesión práctica, un *Genially* con fotos de microscopía interactivas y los links a los videos que el alumnado debía revisar para cada preparación histológica incluida en la sesión práctica correspondiente, así como el guión de prácticas específico.
2. Trabajo autónomo en casa por parte del alumnado. Con el material docente aportado por el profesorado en la tarea anterior, el alumno se ha podido preparar para poder desarrollar correctamente la práctica de laboratorio presencial en su modalidad invertida.
3. Puesta en marcha del Aula Invertida. Con este modelo pedagógico, se consigue un incremento del tiempo de visualización de las muestras histológicas en las sesiones prácticas. En cada sesión presencial de las prácticas de laboratorio en su modalidad invertida, el alumnado, directamente y de forma completamente autónoma, debía observar e interpretar diferentes preparaciones histológicas con el microscopio.
4. Elaboración de un guión de prácticas. Al igual que sucedía con la metodología clásica de las prácticas de la asignatura, los estudiantes tuvieron que completar el guión correspondiente a cada sesión práctica de laboratorio.
5. Realización de cuestionarios Kahoot. Para un refuerzo del aprendizaje práctico en su modalidad invertida, al final de cada sesión el alumnado realizó un cuestionario con su teléfono móvil en la plataforma de *Kahoot*.
6. Resolución de dudas. El profesorado presente en las sesiones prácticas en su modalidad invertida se responsabilizó de la resolución de las dudas propuestas por los alumnos en cada sesión práctica.
7. Realización de una encuesta final de valoración. A través de un código QR, el alumnado tuvo acceso directo a un cuestionario en *Google forms* para valorar su grado de satisfacción respecto a las sesiones prácticas de laboratorio en su modalidad de clase invertida.



Figura 1. Diagrama de flujo resumen del plan de trabajo de la segunda fase del proyecto.

RESULTADOS

La encuesta de valoración realizada por el alumnado refleja una buena aceptación de la metodología de la clase invertida, apoyada en nuestro Canal Virtual de Histología, para las prácticas de laboratorio de la asignatura Biología Celular e Histología. Como se puede ver en la Figura 2, un 97,5% de los estudiantes están satisfechos con los contenidos incluidos en nuestro Canal Virtual de Histología.

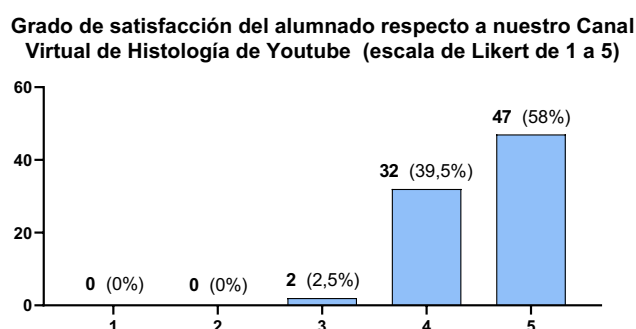


Figura 2. Grado de satisfacción del alumnado respecto a nuestro Canal Virtual de Histología de YouTube.

Del mismo modo, al alumnado se le preguntó por su grado de satisfacción respecto a la nueva metodología didáctica de clase invertida para las sesiones prácticas de laboratorio de la asignatura Biología Celular e Histología. La mayoría de los estudiantes, 84,6%, valora muy positivamente la metodología de la clase invertida para las prácticas de laboratorio de la asignatura. Sin embargo,

el alumnado también puntualiza que este tipo de estrategias suponen una mayor carga de trabajo no presencial y autónomo del alumnado, por lo que un 15,4% no están completamente satisfecho con la metodología de la clase invertida (Figura 3).

Grado de satisfacción respecto a la metodología de la clase invertida para las prácticas de *Biología Celular e Histología* (escala de Likert de 1 a 5)

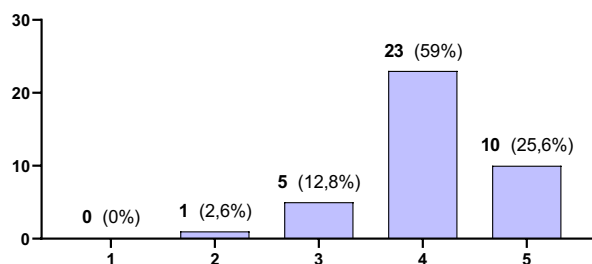


Figura 3. Grado de satisfacción respecto a la metodología de la clase invertida para las prácticas de laboratorio de Biología Celular e Histología.

Cabe destacar que las sesiones prácticas en su modalidad invertida han discurrido con normalidad, dado que todo el alumnado ha conseguido observar e interpretar las preparaciones con su microscopio, así como completar el guion de prácticas, sin mayores dificultades respecto a las sesiones clásicas de laboratorio. Por ello, se preguntó a los estudiantes acerca de otras cuestiones relacionadas con la nueva didáctica. La primera de ellas se relacionaba con el material audiovisual del Canal Virtual de Histología y su utilidad como complemento docente de apoyo a las prácticas presenciales de laboratorio. Todos los alumnos (100%) consideraron los videos explicativos de las preparaciones de nuestro Canal Virtual de Histología como un buen material docente complementario para las sesiones prácticas de la asignatura (Figura 4A).

En cuanto a la metodología de clase invertida, a un 94,9% de los alumnos les resultó atractiva (Figura 4B) y un 84,6% consideró que esta didáctica les ha facilitado el aprendizaje de la sesión práctica de la asignatura (Figura 4C). De acuerdo con ello, un 92,3% de los estudiantes consideraban la clase invertida como una metodología útil para el aprendizaje práctico de la asignatura (Figura 4D), de forma que un 89,7% estaban interesados en repetirla en sesiones prácticas posteriores a la realización de la encuesta (Figura 4E). Es por ello, que las prácticas de laboratorio en su modalidad invertida se llevaron a cabo en dos sesiones prácticas más de la asignatura, con gran aceptación por parte del alumnado.

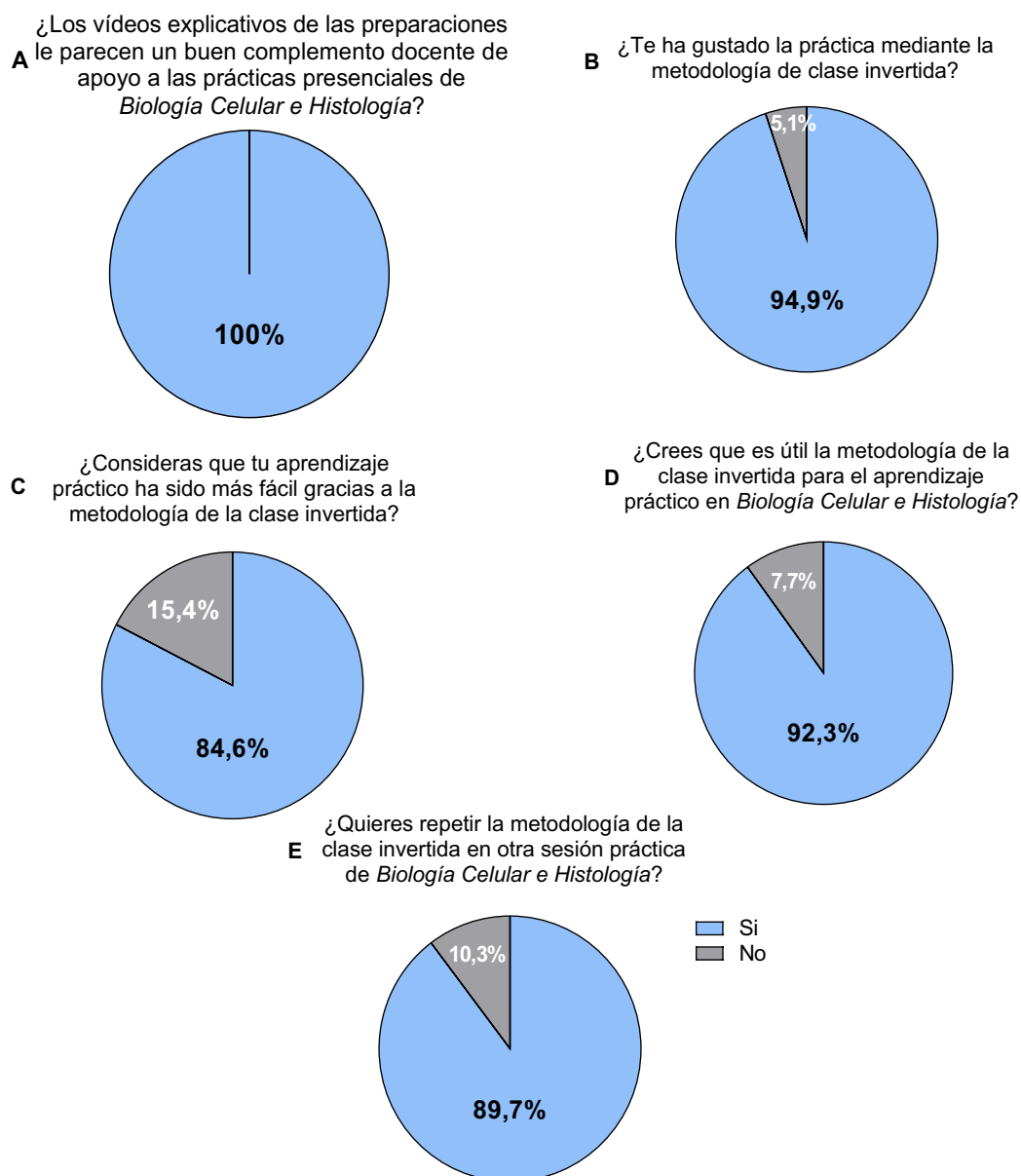


Figura 4. Resultados de las preguntas de la encuesta de valoración. En color azul, se representa el porcentaje de estudiantes que contestaron “Sí” a las preguntas de la encuesta. En color gris, se representa el porcentaje de estudiantes que contestaron “No” a las preguntas de la encuesta.

Por último, para valorar el impacto de esta segunda fase del proyecto sobre el rendimiento académico final del alumnado, hemos comparado las notas finales de prácticas en la convocatoria ordinaria del curso académico 2022-2023, respecto a cursos anteriores. Sin embargo, la nota media del alumnado no ha variado respecto a los últimos 5 cursos académicos, estando principalmente en la categoría de aprobados (Figura 5).

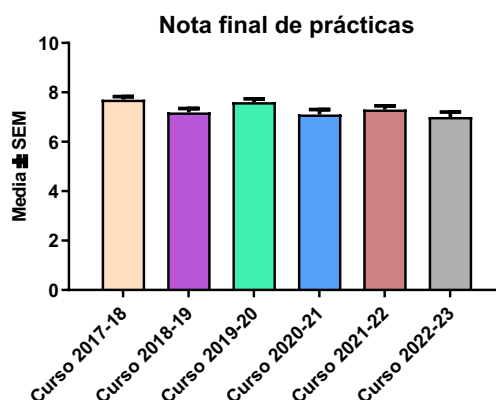


Figura 5. Impacto del proyecto en el rendimiento académico en las prácticas de laboratorio de la asignatura *Biología Celular e Histología* del Grado en Biología a lo largo de los últimos seis cursos académicos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La implementación de metodologías innovadoras en materia de microscopía para la asignatura Biología Celular e Histología, como es la estrategia del Aula Invertida apoyada en recursos digitales online, refleja una evolución significativa hacia modelos de aprendizaje centrados en el estudiantado. La experiencia desarrollada evidencia el potencial de las nuevas TIC para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación superior (Caballero-García *et al.*, 2023). Nuestro Canal Virtual de Histología en *YouTube* no solo ha demostrado ser una herramienta potente para mejorar el aprendizaje práctico de la asignatura, sino que también ha abierto nuevas posibilidades para atender las necesidades diversas del alumnado, promoviendo una educación más inclusiva, accesible y centrada en el estudiante; objetivo propuesto para llegar a la “Universidad del futuro”. Nuestros resultados muestran que el 97,5% del alumnado valoró positivamente el Canal Virtual de Histología, mientras que un 92,3 % encontró útil la metodología del Aula Invertida para facilitar su aprendizaje práctico en Biología Celular e Histología. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que destacan el impacto positivo de las herramientas digitales y los modelos de enseñanza activos en el aprendizaje de materias prácticas (García-Sánchez, 2023, Potes *et al.*, 2020). En estos modelos de aprendizaje, el profesorado pretende que el alumnado adquiera los conocimientos necesarios, fomentando su participación activa y comprensión del contenido docente al mismo tiempo. Por lo tanto, nuestro Canal Virtual de Histología es un complemento docente de gran utilidad en el aula para mejorar el aprendizaje práctico en microscopía en materia de Biología Celular e Histología. Además, esta herramienta didáctica digital nos permite dar respuesta a las necesidades educativas especiales del aula relacionadas con una incapacidad física/motora para el manejo del microscopio.

Comparado con métodos tradicionales, la clase invertida permite un mayor aprovechamiento del tiempo disponible para el aprendizaje práctico en materia de microscopía, reduciendo errores comunes en la interpretación histológica. Esto corrobora trabajos previos, como el publicado por Burbules (2014), que resaltan el potencial del aprendizaje ubicuo para promover la autonomía y el pensamiento crítico entre los estudiantes. Además, la inclusión de cuestionarios interactivos en el aula fomenta la participación dinámica, lúdica y mucho más activa del alumnado, estrategia avalada por investigaciones sobre la gamificación y el aprendizaje colaborativo, así como mejora la comprensión de los contenidos, gracias a la preparación previa de las sesiones prácticas fomentando un aprendizaje ubicuo del alumnado (Coto-Montes *et al.*, 2020, Jaramillo-Martínez *et al.*, 2024).

Sin embargo, las limitaciones detectadas, como el aumento de la carga de trabajo autónomo por parte del alumnado, señalado por el 15,4% del alumnado en las encuestas, son consistentes con otros estudios que alertan sobre el desafío de equilibrar la autonomía del estudiante con su capacidad de gestión del tiempo (Hernández García *et al.*, 2024). Por otra parte, la ausencia de una mejora significativa del rendimiento académico (medido por las calificaciones finales obtenidas por los estudiantes en el examen práctico de la asignatura) sugiere la necesidad de integrar más a largo plazo estos recursos y herramientas didácticas en el contexto práctico de la asignatura, con el objetivo de maximizar su efectividad docente.

Otras iniciativas similares en el ámbito de la Biología y la Biomedicina han demostrado que el uso de videos didácticos y plataformas digitales no solo mejoran la accesibilidad a los materiales de la asignatura para estudiantes con necesidades educativas especiales, sino que también refuerzan el aprendizaje colaborativo y la comprensión conceptual (Potes *et al.*, 2020, Serrano, 2023). En nuestro estudio, las sesiones prácticas de la asignatura Biología Celular e Histología en su modalidad invertida, apoyadas en nuestro Canal Virtual de Histología, no solo potenció el aprendizaje autónomo y ubicuo del alumnado de la Universidad de Oviedo, sino que permitió también un acceso a los recursos elaborados a un público externo a la Universidad de Oviedo, contribuyendo a la democratización del conocimiento.

En definitiva, la implementación de nuevas estrategias pedagógicas basadas en la metodología de la clase invertida, y apoyadas en los materiales de nuestro Canal Virtual de Histología, han fomentado un aprendizaje autónomo y ubicuo de nuestro alumnado en materia de Biología Celular e Histología. Dichas estrategias docentes no sólo han facilitado una independencia del alumno en el proceso de adquisición del conocimiento general de la materia a evaluar, sino que esta iniciativa ha sido acogida y valorada muy positivamente por el alumnado de nuestra asignatura de la Universidad de Oviedo. Por lo tanto, este tipo de metodologías prometen ser una herramienta poderosa que incentiva, tanto a

profesores como a alumnos, a continuar poniendo en práctica estrategias de innovación docente en las aulas de educación superior universitaria, con el objetivo de potenciar la motivación del alumnado durante su propio proceso de enseñanza-aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los Proyectos de Innovación Docente de la Universidad de Oviedo 2022-2023 con referencia 124406.

REFERENCIAS

- Burbules, N.C. (2014). Los significados de “aprendizaje ubicuo”. *EPAA/AAPE*, 22: 1-7. <http://dx.doi.org/10.14507/epaa.v22.1880>
- Coto-Montes, A., Bermejo-Millo, J.C., Vega-Naredo, I., Potes, Y., y Caballero, B. (2020). Herramientas para favorecer el aprendizaje colaborativo del alumnado. En *Experiencias de Innovación Docente en Biomedicina*, Andollo, N. y García, A. eds. (Universidad del País Vasco), pp. 103-114.
- Caballero-García, B.; Martínez-Pinilla, E.; Potes-Ochoa, Y.; Coto-Montes, A. y Vega-Naredo, I. (2023). Estrategias para fomentar el aprendizaje ubicuo en la docencia práctica en microscopía. En *Modalidades de Aprendizaje para la Innovación Educativa*, Villalustre, L. y Fernández, M. eds. (Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo), pp. 401-408.
- García-Sánchez, N.A. (2023). La experiencia del aprendizaje ubicuo en la educación, *Dialéctica*, 1: 32-43. <https://doi.org/10.56219/dialctica.v1i20.1646>
- Hernández García, J., Chávez Sánchez, H.C., Chávez Sánchez, G., Parra García, R.R. y Espinosa Juárez, M.C. (2024). Manejo de la gestión del tiempo en estudiantes universitarios, percepción y herramientas. *LATAM*, 5 (4): 724 - 733. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2288>
- Janet, L., Alcívar, C. y Vélez Villavicencio, C.E. (2022). Creative teaching strategies and reading skills in the superior basic sub-level. *Publicación Arbitrada Cuatrimestral*, 10(2): 91-106.
- Jaramillo-Martínez, M.I., Jaramillo-Martínez, L.G., Quispillo-Villagomez, M., Saransig-Ramos, L.A. y Mayancela-Caizan, N.R. (2024). Metodologías Activas y Participativas en el Aula Diversa. *Revista Científica Retos de la Ciencia*, 1(4): 73-85. <https://doi.org/10.53877/rc.8.19e.202409.7>
- Potes, Y.; Bermejo-Millo, J.C.; Coto-Montes, A.; Caballero, B. y Vega-Naredo, I. (2020). Utilización del Smartphone y de Facebook como herramientas de aprendizaje para la enseñanza práctica de Histología. En *Experiencias de Innovación Docente en Biomedicina*, Andollo, N. y García, A. eds. (Universidad del País Vasco), pp. 90-102.

Serrano, D. (2023). Los vídeos educativos como estrategias detonantes de aprendizaje. *Aloma: Revista de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, 41(1): 131-140. <https://doi.org/10.51698/aloma.2023.41.1.131-140>

Los GIFs enmarcados en un proyecto colaborativo interdepartamental entre Fisiología y Biología Celular

Serna, E.^{1,3}, San Miguel, T.^{2,3,4}, Mauricio, M.D.^{1,3}, Megías, J.^{2,3,4}, Blas, A.¹, Serna-García, M.⁵ y Calabuig-Fariñas, S.^{2,3,4}

1. *Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina y Odontología, Universitat de València*

2. *Departamento de Patología, Facultad de Medicina y Odontología, Universitat de València.*

3. *Grupo de innovación docente BIOFISIO, Universitat de València*

4. *Grupo de innovación docente IDAAMED, Universitat de València*

5. *Departamento de Odontología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Europea de Valencia*

RESUMEN: Los GIFs son una herramienta efectiva cuyo formato visual facilita y enriquece la comunicación en la sociedad. En nuestro grupo interdisciplinar de innovación educativa de la Universitat de València, empleamos esta herramienta en el aula universitaria en Ciencias de la Salud. Nuestros GIFs permiten la integración del conocimiento de Fisiología y Biología Celular, ofreciendo al alumnado no solo un recurso visual y dinámico, sino también una manera de asimilar los conceptos de forma más efectiva. Además, esta experiencia de creación y ejecución de un proyecto transversal e integrador, que reúne a docentes de diferentes disciplinas, departamentos y grados, contribuirá a mejorar uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el ODS 4: Educación de calidad.

PALABRAS CLAVE: GIFs, aprendizaje significativo, integración de conceptos, colaboración interdepartamental, ODS 4.

ABSTRACT: GIFs are an effective tool whose visual format facilitates and enhances communication in society. Members of our interdisciplinary group for educational innovation at the Universitat de València use this tool in health sciences degree classes. Our GIFs enable the integration of knowledge in Physiology and Cell Biology, providing students not only with a dynamic and visual resource but also with a more effective way to assimilate concepts. Furthermore, this experience of creating and implementing a transversal and integrative project, which brings together educators from different departments and degree programs, will contribute to advancing one of the Sustainable Development Goals (SDGs), specifically SDG 4: Quality Education.

KEYWORDS: GIFs, meaningful learning, concept integration, interdepartmental collaboration, SDG 4.

La docencia de la Biología Celular en la universidad. Un recorrido a través de distintas experiencias,
Eds. M. Durán, M. Molina y X. Ponsoda

Publicacions de la Universitat de València, 2025. ISBN: 978-84-9133-793-5, CC BY-NC-ND 4.0

INTRODUCCIÓN

Los GIFs animados (*Graphics Interchange Format*, por sus siglas en inglés) conocidos como formatos gráficos digitales animados, son herramientas didácticas que han demostrado ser efectivas en la promoción del conocimiento. Además de ser utilizados ampliamente en la comunicación social digital, los GIFs se han convertido en valiosos recursos pedagógicos. Al ser una representación visual preferida por las nuevas generaciones, los GIFs ofrecen una forma concisa e instantánea de transmitir información, lo que ayuda a mantener la atención del alumnado durante el aprendizaje.

Nuestro equipo docente ya había puesto en práctica el uso de materiales multimedia para complementar las clases presenciales elaborando material propio y analizando su impacto sobre el aprendizaje (Guerra-Ojeda *et al.* 2016, Mauricio *et al.* 2017a, 2017b, 2019, y 2021, Megías *et al.* 2022, Serna-García *et al.* 2022, Serna *et al.* 2016, 2018, 2020, y 2022) y durante el curso 2022-23 se implementó con éxito el uso de GIFs como herramienta educativa en las clases teóricas en el Grado en Fisioterapia (Serna *et al.* 2023).

El objetivo principal de este proyecto es continuar con el desarrollo y aplicación de GIFs en el ámbito de la Fisiología y Biología Celular para enriquecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes a través de nuestro grupo de innovación docente BIOFISIO GCID23_2582571. En esta ocasión, centrándonos en el aparato renal, temática que resulta costosa de integrar al alumnado. Esta colaboración interdepartamental también contribuye directamente a la promoción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 4 (Educación de Calidad) y el ODS 3 (Salud y Bienestar).

METODOLOGÍA

El proyecto se llevó a cabo durante el curso académico 2023-2024, gracias a la financiación obtenida a través de un proyecto de innovación docente de la Universitat de València (UV-SFPIE_PIEE-2735058). Se ha creado un catálogo de GIFs alojados en "<https://biopato.blogs.uv.es/gif/>" y en el enlace "<https://fisiobio.blogs.uv.es/fisiobiologia-del-aparato-renal/>", administrados por el grupo docente, con el fin de utilizarlos como material complementario en las clases teóricas. Estos GIFs, de corta duración (aproximadamente de 5 a 10 segundos), buscan enriquecer y dinamizar las sesiones teóricas. Para ello, se realiza una búsqueda exhaustiva de videos ilustrativos de los conceptos que se quieren integrar y se editan para obtener GIFs de corta duración.

RESULTADOS

En total se han incluido 7 GIFs específicos de la temática que permite integrar los conceptos teóricos. Incluyendo estas breves animaciones durante las explicaciones teóricas facilitando la comprensión de los diferentes procesos. El material elaborado puede consultarse en el blog de “Biopato” elaborado por el grupo consolidado de innovación educativa conformado por profesorado de la asignatura de Biología Celular y de Fisiología de la Universitat de València (<https://fisiobio.blogs.uv.es/fisiobiologia-del-aparato-renal/>).

A continuación, se muestran imágenes representativas de algunos GIFs elaborados dentro del marco de la fisiología y biología celular renal.

En la Figura 1 se explica la filtración glomerular desde el punto de vista funcional analizando el proceso por el cual los glomérulos filtran el plasma sanguíneo, permitiendo el paso de agua y pequeñas moléculas hacia la cápsula de Bowman mientras retienen células sanguíneas y proteínas. Además, se evalúa la tasa de filtración glomerular (TFG), regulada por factores como la presión hidrostática, la presión oncótica y la integridad de la barrera de filtración. Y desde el punto de vista de la biología celular se estudian los componentes celulares que forman la barrera de filtración: los podocitos, las células endoteliales fenestradas y la membrana basal glomerular. Se investiga cómo estas estructuras mantienen la selectividad de filtración.

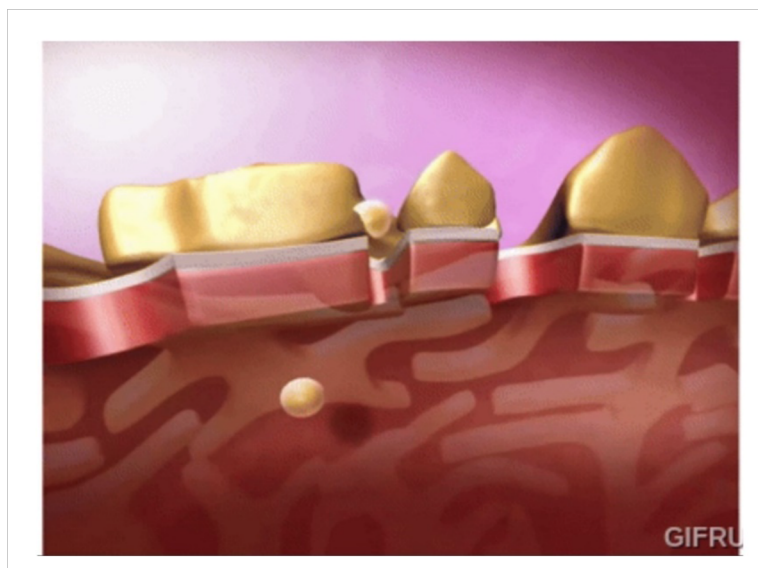


Figura 1. Captura de pantalla de un GIF integrando los contenidos de fisiología y biología celular del mecanismo de la filtración glomerular.

En la Figura 2 se estudia el mecanismo de acción de la hormona antidiurética (ADH o vasopresina) desde dos perspectivas principales. Desde la función, ADH regula el equilibrio hídrico y la osmolaridad corporal al aumentar la reabsorción de agua en los túbulos colectores renales. Actúa promoviendo la inserción de acuaporinas-2 (AQP2) en la membrana apical de las células principales del

túbulo colector, lo que permite la reabsorción de agua hacia el intersticio hiperosmótico. Y desde la biología celular se estudia la interacción de ADH con su receptor V2, acoplado a proteína G, localizado en las células principales del túbulo colector. Se investigan los mecanismos intracelulares activados, como la señalización mediada por AMPc y la activación de la proteína quinasa A (PKA), que desencadena la translocación de las AQP2 desde vesículas intracelulares hacia la membrana apical. También se explora la regulación de la expresión de AQP2 y los procesos de endocitosis y reciclaje vesicular en respuesta a variaciones en los niveles de ADH.

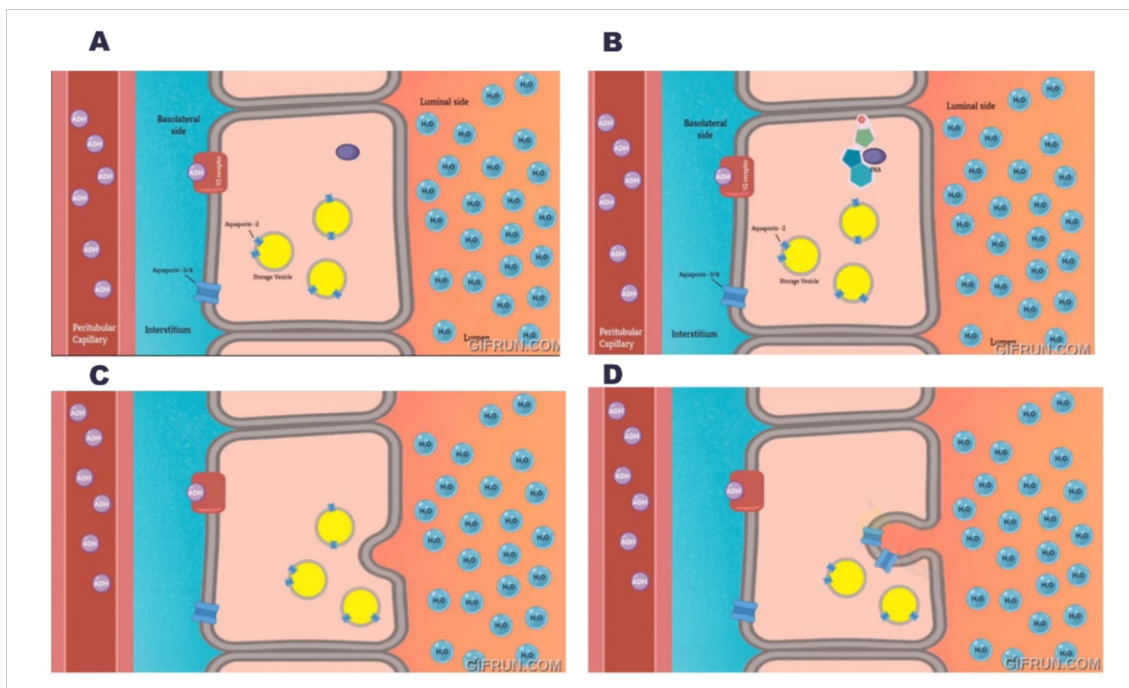


Figura 2. Captura de pantalla de GIFs integrando los contenidos de fisiología y biología celular del mecanismo de acción de la ADH (A). Unión de ADH a su receptor (B). Vía de señalización del AMPc (C). Proceso de endocitosis (D). Exposición de las acuaporinas para promover el paso del agua.

En la Figura 3 se exploran los procesos de reabsorción y de secreción. A nivel de la función se estudia que la reabsorción consiste en el transporte de sustancias útiles desde el filtrado glomerular de vuelta a la sangre, como agua, glucosa, aminoácidos, iones (Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} , HCO_3^-) y otras moléculas esenciales, y que la secreción es el transporte activo de sustancias desde la sangre hacia el túbulo renal, como iones H^+ , K^+ , NH_4^+ , creatinina y compuestos orgánicos, para su eliminación en la orina. Esto ayuda a regular el pH sanguíneo, el balance de electrolitos y la excreción de toxinas. Desde el punto de vista de biología celular se analiza el papel de los transportadores y canales iónicos específicos localizados en las membranas apicales y basolaterales de las células epiteliales del túbulo renal. Ejemplo: los canales de agua (acuaporinas). Se investiga el reciclaje vesicular y la dinámica de los transportadores en respuesta

a estímulos fisiológicos y patológicos, como hipovolemia, hiperosmolaridad o acidosis.

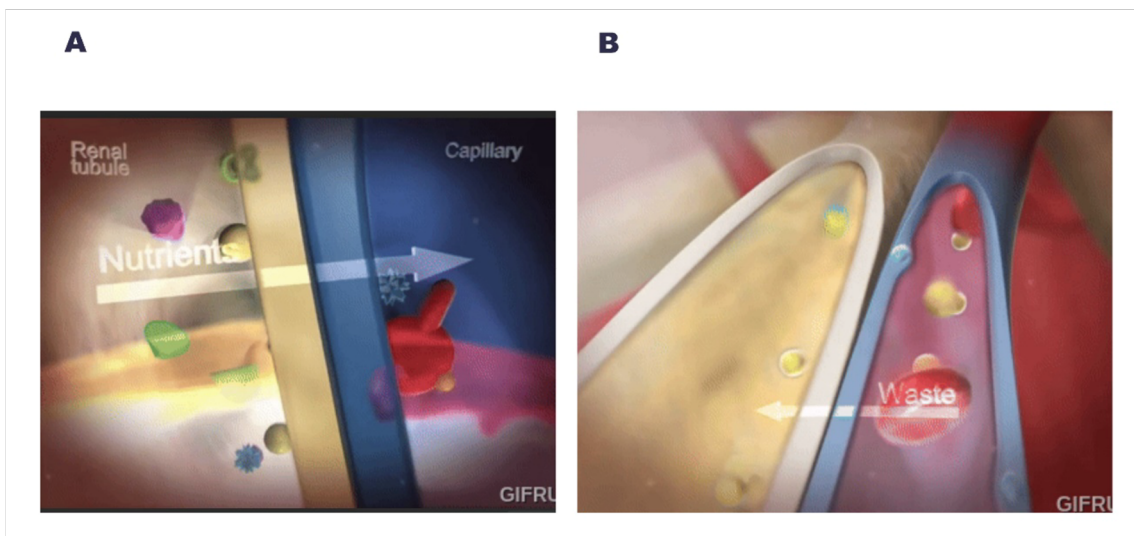


Figura 3. Captura de pantalla de GIFs integrando los contenidos de fisiología y biología celular de los procesos de reabsorción (A) y de secreción (B).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La integración de GIFs educativos en las clases ofrece al profesorado la oportunidad de conectarse con las nuevas generaciones de estudiantes y fomentar su proceso de aprendizaje. La correcta selección y uso de GIFs puede generar una respuesta positiva en el alumnado, mejorando así la comprensión de los contenidos teóricos a través de una imagen dinámica y efectiva para el proceso enseñanza-aprendizaje en el aula y fortaleciendo la comunicación bidireccional entre profesorado y alumnado. Este enfoque contribuye al avance del cumplimiento de los ODS.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con apoyo de los proyectos UV-SFPIE_PIEE-2735058, UV-SFPIE_PID-2070750, UV-SFPIE_PID19-1095842 por miembros de los grupos consolidados de innovación educativa IDAAMED y BIOFISIO de la Universitat de València.

REFERENCIAS

Guerra-Ojeda, S., Serna, E., Vallés, S.L., Aldasoro, M., Vila, J.M. y Mauricio, M.D. (2016). Multimedia: A useful tool for improving the learning of Physiology. XXXVIII CONGRESO DE LA SECF. 2016- Sociedad Española de Ciencias Fisiológicas, Zaragoza, España. *J Physiol Biochem*, 72 (Suppl 1):S1-S111: 1-5.

- Mauricio, M.D., Serna, E., González, V. y Alberola, A. (2019). Elaboración de un material multimedia contando con la opinión del alumnado. Congreso Internacional virtual Usatic 2019. Ubicuo y Social Aprendizaje con TIC. Celebrado 4-6 de septiembre de 2019.
- Mauricio, M.D., Suárez, A., Alberola, A., González, V. y Serna, E. (2021) Laboratorio virtual: Auscultación respiratoria Congreso Usatic 2021. Ubicuo y Social Aprendizaje con TIC. Celebrado los días 28, 29 y 30 de junio de 2021.
- Mauricio, M.D., Vallés, S.L., Aldasoro, M., Vila, J.M. y Serna, E. (2017a) Material multimedia para conseguir una visión integradora de la Fisiología Humana. Jornadas Virtual USATIC 2017, Ubicuo y Social: Aprendizaje con TIC organizadas por la Red Interdisciplinar de Innovación e Investigación Educativa en Entornos uLearning en Educación Superior (Red EuLES) Universidad de Zaragoza, 5-8 de junio de 2017.
- Mauricio, M.D., Vallés, S.L., Vila, J.M., Aldasoro, M. y Serna, E. (2017b). Material multimedia para aumentar el rendimiento académico de los trabajos en grupo. Congreso In-Red 2017 UPV, 13 y 14 de julio de 2017.
- Megías, J., Yáñez, A., Serna, E., Morales, J.M., Calabuig, S., Montoliu, C., Bono, C., Mauricio, M.D., Boix-Ferrero, J., Monleón, D. *et al.* (2022). Vídeos de inmunogenética en tres idiomas para una mejor difusión en Grados en Ciencias de la Salud. Congreso Internacional “Virtual USATIC 2022, Ubicuo y Social: Aprendizaje con TIC”, 28-30 de junio de 2022.
- Serna-García, M., Serna, E., Mauricio, M.D. San-Miguel, T., Megías, J. y Flacco, N. (2022) Valoración de diferentes perfiles de alumnado sobre material multimedia en asignaturas básicas de Ciencias de la Salud. VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red, IN-RED 2022, 6-8 de julio de 2022.
- Serna, E., González, V., Alberola, A. y Mauricio, M.D. (2020) Material multimedia como apoyo (o sustituto) a la presencialidad. IV International virtual conference on educational research and innovation. Septiembre, 23-24 2020.
- Serna, E., Megías, J., Olaso, G., Mauricio, M.D. y San Miguel, T. (2018). Material multimedia para aumentar la motivación y el aprendizaje en el aula universitaria. Congreso In-Red 2018 UPV, 19 y 20 de julio de 2018.
- Serna, E., Megías, J., San Miguel, T. y Mauricio, M.D. (2016) Laboratorio virtual para reforzar el aprendizaje en biología celular. VIII Jornadas sobre la Docencia de la Biología Celular. Girona, 18 y 19 de octubre de 2016.
- Serna, E., San Miguel, T.- Megías, J.- Blas-García, A.- Serna-García, M., Calabuig, S. y Mauricio, M.D. (2023), “Los GIFs como un buen recurso didáctico para la enseñanza universitaria”. IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red, IN-RED 2023, 13-14 de julio de 2023.
- Serna, E., Suárez, A., González, V., Alberola, A., Cebriá, M.A., Martínez, F. y Mauricio, M.D. (2022), Material multimedia como método de autoaprendizaje de la auscultación respiratoria. VIII Congreso de

Innovación Educativa y Docencia en Red, IN-RED 2022, 6-8 de julio de 2022.

Explorando la realidad virtual y modelos 3D para una enseñanza universitaria de la Biología Celular en el grado de Medicina

Calabuig-Fariñas, S.^{1,2}, San Miguel, T.^{1,2}, Megías, J.^{1,2}, Montoliu, C.¹, López-Ginés, C.¹, Monleón, D.¹, Pardo-Tendero, M.¹, Martín-Grau, M.¹, Casanova, P.¹, Rocha, G.¹, Arenas, Y.¹ y Morales, J.M.¹

1. *Departament de Patologia, Facultat de Medicina i Odontologia, Universitat de València. Grup d'innovació docent IDAAMED, Universitat de València*

2. *Grup d'innovació docent BIOFISIO, Universitat de València*

RESUMEN: La enseñanza tradicional de la Biología Celular, centrada en clases magistrales, presenta limitaciones para comprender estructuras 3D, funciones e interacciones celulares. Existen nuevas herramientas digitales que pueden facilitar tanto el aprendizaje como la enseñanza. **Objetivos:** Mejorar la comprensión de la asignatura en el Grado en Medicina mediante material educativo multimedia, incluyendo realidad virtual y vídeos de procesos celulares gracias a la ayuda obtenida UV-SFPIE_PID-1639126 de la Universitat de València. **Metodología:** Se usaron recursos multimedia gratuitos de diversas plataformas y se crearon vídeos 360° propios para ilustrar procesos específicos y fomentar la comprensión activa y el aprendizaje significativo. **Resultados:** El uso de TIC y recursos multimedia tuvo alta aceptación, evidenciada en consultas frecuentes en el Aula Virtual y comentarios positivos en encuestas. Estas herramientas mejoraron la comprensión de conceptos complejos y fomentaron competencias transversales, como el trabajo en equipo y el pensamiento crítico. No obstante, se identificaron desafíos relacionados con la producción de videos y la formación docente. **Conclusiones:** Los vídeos 360° y la ludificación mejoran la comprensión celular, mientras el acceso abierto al material digital asegura el éxito de las actividades. Este trabajo refuerza la importancia de integrar TICs en la enseñanza y su alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

PALABRAS CLAVE: Biología celular, realidad virtual, videos 3D, videos 360°, TICs.

ABSTRACT: Traditional teaching of Cell Biology, focused on lectures, faces limitations in helping students understand 3D structures, functions, and cellular interactions. New digital tools can enhance both learning and teaching. **Objectives:** Improve understanding of the subject in the Medicine Degree program through multimedia educational materials, including virtual reality and videos of cellular processes, supported by the UV-SFPIE_PID-1639126 grant from the Universitat de València. **Methodology:** Free multimedia resources from various platforms were used, and original 360° videos were

created to illustrate specific processes and promote active understanding and meaningful learning. Results: The use of ICTs and multimedia resources received high acceptance, as evidenced by frequent consultations in the Virtual Classroom and positive feedback from surveys. These tools improved the understanding of complex concepts and fostered transversal skills, such as teamwork and critical thinking. However, challenges were identified, including video production and teacher training. Conclusions: 360° videos and gamification enhance the understanding of cell biology, while open access to digital materials ensures the success of activities. This work underscores the importance of integrating ICTs into teaching and their alignment with the Sustainable Development Goals (SDGs).

KEYWORDS: Cell Biology, virtual reality, 3D videos, 360° videos, ICTs

INTRODUCCIÓN

La educación está experimentando una completa adaptación y remodelación a la era digital actual, y la docencia universitaria no puede permanecer ajena a esta evolución. En áreas como la biología celular, las nuevas tecnologías audiovisuales ofrecen un potencial educativo significativo. Los métodos tradicionales de enseñanza, basados en presentaciones teóricas o ilustraciones estáticas, no facilitan el estudio de estructuras tridimensionales complejas ni de procesos celulares difíciles de visualizar (Weng *et al.*, 2020).

Las dificultades asociadas al aprendizaje de la biología celular radican en la abstracción de los conceptos, la densidad de los contenidos y el uso de terminología técnica especializada. Estas barreras, identificadas tanto por docentes como por estudiantes, reflejan la necesidad de estrategias educativas que no solo transmitan información, sino que también fomenten la comprensión activa y significativa de los temas (García *et al.*, 2013).

El uso de la realidad virtual (RV) y los modelos 3D se ha incrementado debido a su capacidad para sumergir al estudiantado en entornos tridimensionales, proporcionando experiencias inmersivas y realistas que mejoran la comprensión de conceptos abstractos. Además, la utilización de modelos y animaciones 3D ofrece al alumnado la posibilidad de visualizar las estructuras celulares desde diferentes perspectivas y escalas, lo que les permite comprender mejor la organización interna de la célula y la interrelación de los procesos intracelulares (Romero *et al.*, 2023, Smith *et al.*, 2018).

El aprendizaje significativo, concepto central en teorías constructivistas, enfatiza que los estudiantes deben integrar los nuevos conocimientos con sus ideas previas para alcanzar una comprensión profunda. Este enfoque destaca la importancia de motivar al alumnado y proporcionar herramientas que faciliten la conexión entre los contenidos abstractos y sus aplicaciones prácticas (Ausubel, 1976).

La motivación es un factor clave para el aprendizaje significativo en biología celular. Según diversos estudios, el empleo de metodologías activas, como la realidad virtual y las herramientas audiovisuales, no solo mejora la comprensión de conceptos complejos, sino que también aumenta el interés y la participación del estudiantado, contribuyendo a un aprendizaje más efectivo y duradero (Ausubel, 1976, Rivera Calle *et al.*, 2019).

La biología celular, como disciplina que abarca contenidos densos y de alta abstracción, plantea retos significativos para los estudiantes, quienes a menudo enfrentan dificultades debido a la complejidad de los conceptos y la terminología técnica. En este contexto, recursos innovadores como los modelos 3D y los videos 360° no solo facilitan la visualización de estructuras celulares complejas, sino que también potencian la motivación al ofrecer experiencias inmersivas y visualmente impactantes. De manera transversal, la introducción de estos recursos propone al estudiantado una experiencia práctica y activa, favoreciendo el trabajo colaborativo e incrementando el proceso de aprendizaje.

En resumen, la integración de tecnologías como la realidad virtual y los modelos 3D en la enseñanza de la biología celular enriquece el proceso educativo, facilitando la comprensión de estructuras y procesos complejos, y promoviendo una participación más activa y colaborativa por parte del estudiantado (Rivera Calle *et al.*, 2019).

OBJETIVOS

El objetivo principal del presente proyecto es evaluar el impacto y la efectividad de los recursos audiovisuales y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza universitaria de Biología Celular, con el fin de mejorar la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes.

Objetivos específicos:

1. Incorporar videos y animaciones 3D que representen orgánulos y procesos celulares como herramienta complementaria para consolidar los objetivos de aprendizaje de la asignatura de Biología Celular.
2. Crear videos propios en formato 360° que aborden temas específicos incluidos en la guía docente de las asignaturas de Biología. Estos videos estarán diseñados para profundizar en temas que, debido a limitaciones de tiempo, no se desarrollan de forma exhaustiva en las clases, e incluirán ejemplos prácticos de laboratorio que fomenten el desarrollo de actividades posteriores.
3. Diseñar preguntas específicas de autoevaluación que se basen en el material audiovisual empleado, con el objetivo de reforzar los contenidos teóricos y mejorar la capacidad de análisis de los estudiantes.

4. Evaluar cómo los recursos multimedia afectan al rendimiento académico y la percepción del alumnado sobre la asignatura y la capacidad desarrollar habilidades transversales como trabajo en equipo y el pensamiento crítico.

METODOLOGÍA

En una primera etapa, se seleccionaron materiales audiovisuales 3D de alta calidad, disponibles de forma gratuita en páginas web y repositorios multimedia con permisos de uso para fines educativos (garlandscience.com, wehi.edu.au/wehitv, youtube.com, biovisions.mcb.harvard.edu/, smart-biology.com y uv.es/cfq). Estos recursos se eligieron cuidadosamente para alinearse con los objetivos de aprendizaje y el contenido temático del curso. Las animaciones 3D fueron integradas en el temario como herramientas didácticas, orientadas a facilitar la comprensión de procesos biológicos complejos cuya naturaleza tridimensional o abstracta puede dificultar su asimilación a través de métodos tradicionales.

En una segunda etapa, el alumnado asumió un rol más activo. Organizados en pequeños grupos, los estudiantes buscaron material videográfico 3D relacionado con un orgánulo o proceso celular específico. Además de seleccionar un video o animación con una duración máxima de 3-4 minutos, los grupos redactaron un texto explicativo que guía la visualización del material y refuerza los objetivos de aprendizaje vinculados al tema en cuestión.

Paralelamente, para mejorar la comprensión de las técnicas fundamentales de un laboratorio de Biología Celular y ofrecer una visión práctica de los procedimientos, se produjeron videos cortos (menos de 5 minutos) utilizando una cámara 360°. Estos videos ilustran procesos habituales, como el pipeteo de muestras, el uso de equipos básicos, el manejo de muestras en vitrinas de flujo laminar y el sembrado de cultivos celulares. La cámara 360° permitió captar imágenes panorámicas en todas las direcciones, generando una experiencia inmersiva. Los videos, al reproducirse con software compatible, permiten al usuario ajustar los ángulos de visión, explorando las imágenes desde diferentes perspectivas tanto en horizontal como en vertical. Para asegurar la accesibilidad, se seleccionaron reproductores de video 360° gratuitos compatibles con ordenadores, tabletas y teléfonos móviles, permitiendo al alumnado interactuar con el contenido en una variedad de dispositivos.

RESULTADOS

Se utilizaron recursos audiovisuales disponibles en plataformas como YouTube (canales como Cellscape VR Biology, BioVision de la Universidad de Harvard y Creative Learning), el sitio web de la editorial Garland Science

(www.garlandscience.com), y webs especializadas como WEHI TV, los cuales se ajustaron perfectamente a los objetivos didácticos del curso y a los resultados de aprendizaje previstos. La metodología consistió en incluir un máximo de dos de estas animaciones en el desarrollo de las clases, utilizándolas como apoyo para reforzar conceptos previamente identificados como complejos o difíciles de comprender. Estos recursos multimedia gratuitos se pusieron a disposición del alumnado mediante enlaces directos a las páginas de origen y en carpetas compartidas dentro del aula virtual de la asignatura (Figura 1).

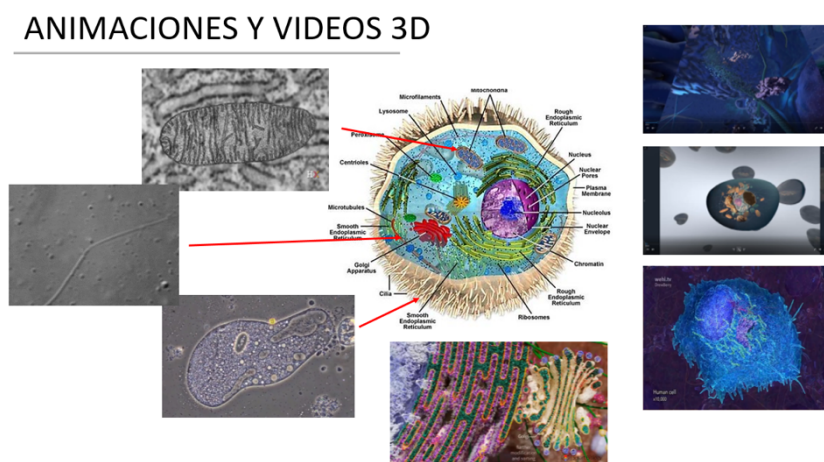


Figura 1. Imágenes representativas de compartimentos celulares obtenidas de videos y animaciones 3D, empleadas como recurso didáctico para facilitar la comprensión de estructuras y procesos biológicos complejos en la docencia de la asignatura de Biología Celular.

La actividad obtuvo un alto grado de aceptación por parte del alumnado, lo cual se evidenció en el número significativo de consultas realizadas a los enlaces web de los videos alojados en el aula virtual, así como en las opiniones recogidas mediante una encuesta directa en clase. Los estudiantes destacaron el valor añadido de estos recursos para facilitar la comprensión de conceptos abstractos y mejorar su experiencia de aprendizaje.

Con una cámara 360°, se grabaron varios videos de corta duración (menos de 5 minutos) que ilustran procesos específicos de un laboratorio de Biología Celular, incluyendo un repaso visual detallado del protocolo para el sembrado y mantenimiento de cultivos celulares (Figura 2). Estos vídeos fueron grabados en el Laboratorio de Oncología Molecular de la Fundación de Investigación del Hospital General Universitario de Valencia para conseguir una inmersión real. La principal ventaja del formato 360° en comparación con otros formatos radica en su capacidad para ofrecer al espectador una experiencia inmersiva, permitiéndole navegar por la proyección y ajustar libremente el ángulo de visión. Esto incluye modificar tanto la inclinación respecto al horizonte como la posición relativa del observador, proporcionando una perspectiva personalizada y dinámica.

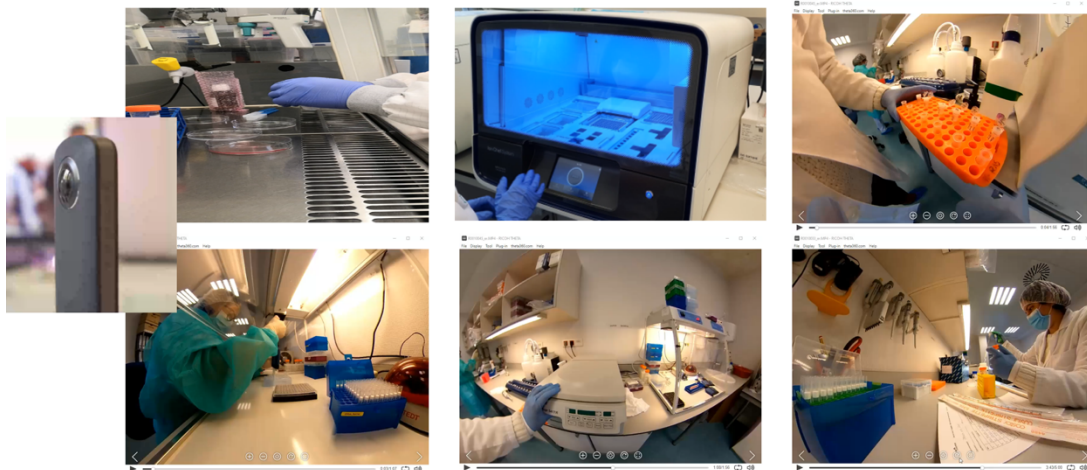


Figura 2. Capturas del contenido de videos 360 grabados para ilustrar actividades clave de un laboratorio de Biología Celular, como el pipeteo de muestras, el manejo de cultivos celulares y el uso de vitrinas de flujo laminar, proporcionando una experiencia inmersiva al alumnado.

La valoración de implementación de nuevas tecnologías por parte del alumnado fue satisfactoria, indicando la necesidad de continuar en la mejora e implementación de estas nuevas tecnologías.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio confirman que la integración de TIC y recursos multimedia en la metodología docente no sólo mejora significativamente la comprensión de conceptos complejos en la biología celular, sino que también incrementa la motivación y participación del alumnado. Además, estas herramientas promueven un aprendizaje más activo y participativo por parte del alumnado.

La incorporación de herramientas innovadoras no sólo aborda las dificultades inherentes a la disciplina, como la densidad de los contenidos y la abstracción conceptual, sino que también contribuye a incrementar la motivación del alumnado. Según los principios del aprendizaje significativo, la motivación y la relevancia de los contenidos son esenciales para facilitar la integración de nuevos conceptos en la estructura cognitiva de los estudiantes. Enfatizan la importancia de proporcionar experiencias educativas que conecten el contenido teórico con aplicaciones prácticas reales.

Por otro lado, los recursos inmersivos como los videos 360° y animaciones 3D permiten superar las limitaciones de los enfoques tradicionales al ofrecer una experiencia tridimensional que conecta de manera efectiva los conocimientos teóricos con su aplicación práctica. Estas herramientas ofrecen nuevas experiencias inmersivas que favorecen una mejor comprensión y retención de la información, tal como se ha reportado en trabajos previos. Esto no solo mejora la

comprensión, sino que también refuerza la percepción de la utilidad de los contenidos por parte del alumnado.

Además, el impacto positivo sobre la motivación destaca como un elemento clave. La elevada participación del estudiantado y su interés por explorar más a fondo los temas abordados refuerzan la necesidad de continuar desarrollando metodologías activas que integren tecnologías emergentes. La creación de videos propios también ha fomentado el desarrollo de competencias transversales como el trabajo en equipo, el pensamiento crítico y la autonomía en el aprendizaje, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Sin embargo, también es necesario considerar algunos aspectos de mejora. Por ejemplo, el tiempo requerido para la producción de videos y la formación docente en estas herramientas pueden ser limitantes que deben abordarse en futuras iniciativas. Del mismo modo, sería valioso realizar un análisis más detallado sobre el impacto de estas estrategias en el rendimiento académico y en la adquisición de competencias específicas.

En resumen, la aplicación de tecnologías audiovisuales innovadoras en la enseñanza de la biología celular no solo optimiza el aprendizaje, sino que también fomenta competencias transversales esenciales, como el pensamiento crítico y la capacidad de aplicar conocimientos en contextos diversos.

CONCLUSIONES

Se pueden extraer las siguientes conclusiones en relación con los objetivos planteados:

1. La creación de los videos ha demostrado su efectividad pedagógica, ya que no solo han despertado el interés del alumnado, sino que también han estimulado preguntas más profundas y generado la necesidad de desarrollar nuevos materiales audiovisuales.
2. La integración de TIC y recursos multimedia en la metodología docente ha facilitado significativamente la comprensión de conceptos complejos en la asignatura de Biología Celular. Además, estas herramientas han contribuido al desarrollo de competencias transversales, alineándose con la promoción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
3. La motivación y participación del alumnado fueron notablemente altas. A pesar de que las actividades implicaban una carga de trabajo adicional, la aceptación general entre los grupos fue mayoritaria, lo que refuerza la percepción positiva de estas estrategias educativas.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con apoyo de los proyectos UV-SFPIE_PID-1353003, UV-SFPIE_PIEE-2736309 y UV-SFPIE_PID_1639126 por miembros de los grupos consolidados de innovación educativa IDAAMED y BIOFISIO de la Universitat de València.

REFERENCIAS

- Ausubel, D.P., Joseph D. Novak, J.D. y Hanesian, H. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. (Trillas, México).
- García, M., Segovia, Y. y Sempere, J.M. (2013). Aprendizaje basado en problemas en Biología Celular: una forma de explorar la ciencia. *Revista de Educación en Biología*, 16(2): 67-77.
- Rivera Calle, F.M. y García Martínez, A. (2019). Aula invertida con tecnologías emergentes en ambientes virtuales en la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. *Rev. Cubana Edu. Superior*, 37(1): 108-123.
- Romero J.M, Cabero J. y Gallego O. (2023) Realidad Aumentada como recurso didáctico para el aprendizaje de Biología: un estudio exploratorio desde la percepción de los estudiantes universitarios *EduTec*, 84: 52-69. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84>
- Smith, S.J., Farra, S.L., Ulrich, D.L., Hodgson, E., Nicely, S. y Mickle, A. (2018). Effectiveness of two varying levels of virtual reality simulation. *Nurs. Educ. Perspect.*, 39(6): E10-E15. <https://doi.org/10.1097/01.NEP.0000000000000369>
- Weng, C., Otanga, S., Christianto, S.M. y Chu, R. J.C. (2020). Enhancing students' Biology learning by using augmented reality as a learning supplement. *J. Educ. Comput. Res.*, 58(4): 747-770. <https://doi.org/10.1177/0735633119884213>

Los mapas conceptuales como metodología didáctica interactiva para el estudio de la Biología Celular

Lamana, A., Ortega, A., Marín, J.P., Olmos, Y., Fernández-Messina, L. y Carrión, M.

Departamento de Biología Celular e Histología. Facultad de Biología. Universidad Complutense de Madrid

RESUMEN: La asignatura de Biología Celular e Histología, impartida en primer curso del Grado de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, presenta una gran densidad y complejidad de contenidos. Durante el curso 2023-24, un Proyecto de Innovación Educativa (Innova Docentia UCM) implementó el uso de mapas conceptuales colaborativos para mejorar la comprensión e integración de los conceptos, fomentando al mismo tiempo habilidades de aprendizaje autónomo. Aunque la herramienta fue valorada positivamente por el alumnado, se identificaron limitaciones relacionadas con el tiempo requerido para su elaboración y la carga de trabajo adicional que implicaba. Además, manifestaron una falta de motivación para participar en la actividad, así como su inconformidad respecto a la evaluación grupal. Valorando el potencial de los mapas conceptuales como herramienta para sistematizar la gran cantidad de información incluida en el temario de la asignatura, se realizó una nueva propuesta didáctica que plantea el uso de mapas conceptuales interactivos, utilizando una plataforma colaborativa en línea. Así, los grupos de estudiantes trabajarán sobre una plantilla básica creada por el equipo docente en la que, además, se plantearán problemas reales relacionados con los conceptos abordados, que requerirán la propuesta de soluciones concretas. Este enfoque flexible fomenta la participación activa y resuelve los inconvenientes derivados de la falta de tiempo en clase, reduciendo la carga de trabajo y permitiendo, además, la evaluación individual de cada participante. Con esta nueva propuesta se pretende motivar al alumnado y hacer de los mapas conceptuales una herramienta de aprendizaje útil y dinámica.

PALABRAS CLAVE: Mapas conceptuales, enfoque flexible, participación activa, educación científica, biología celular

ABSTRACT: The Cellular Biology and Histology subject in the Biology Degree at the Complutense University of Madrid faces challenges due to the density and complexity of its content. During the 2023-24 academic year, an Educational Innovation Project (Innova-Docentia UCM) implemented the use of collaborative concept maps to improve students' understanding and integration of concepts. Although the tool was positively valued by students, limitations arose related to the time available to integrate knowledge, motivation, and individual assessment of each participant. To assess the potential of

La docencia de la Biología Celular en la universidad. Un recorrido a través de distintas experiencias, Eds. M. Durán, M. Molina y X. Ponsoda

Publicacions de la Universitat de València, 2025. ISBN: 978-84-9133-793-5, CC BY-NC-ND 4.0

concept maps as a tool for organizing the vast amount of information included in the subject's syllabus, a new didactic proposal was developed. This proposal suggests the use of interactive concept maps through an online collaborative platform. Students will work on a basic template designed by teachers, which will present real-world problems related to the concepts covered, requiring them to propose specific solutions. This flexible approach fosters active participation, addresses time constraints in class, reduces workload, and allows for individualized assessment. Ultimately, this proposal aims to engage students and transform concept maps into a dynamic and effective learning tool.

KEYWORDS: Concept maps, flexible approach, active participation, science education, cell biology

INTRODUCCIÓN

Un mapa conceptual es una representación en forma de diagrama que organiza conceptos de forma jerárquica y permite sintetizar y analizar información compleja para alcanzar un aprendizaje significativo. Una de sus ventajas es que permite compartir y construir conocimiento de manera colaborativa, permitiendo mejorar la comunicación de ideas de manera efectiva y evaluar de manera crítica la interiorización de los contenidos abordados.

Los mapas conceptuales, como instrumento para organizar y representar el conocimiento, fueron desarrollados originalmente por Novak en un proyecto destinado a estudiar los procesos de comprensión de conceptos científicos (Novak, 1988 y 1998). La hipótesis del proyecto consistía en aplicar la teoría del aprendizaje significativo definida por Ausubel (Ausubel *et al.*, 1983), que establece que el aprendizaje ocurre por asimilación de nuevos conceptos a partir de una estructura cognitiva previa, siempre que el/la estudiante tenga un compromiso emocional para integrar el nuevo conocimiento con el ya existente.

La psicología cognitiva de Ausubel propone que el material con el que se va a aprender sea conceptualmente claro, con un lenguaje y ejemplos capaces de conectar con los conocimientos previos del alumnado. Esto se integra con la premisa de que el/la estudiante ya posea un conocimiento anterior relevante y que esté motivado para incorporar esos nuevos conceptos a su andamiaje cognitivo. Dado que el profesorado solo tiene control indirecto sobre la motivación de las personas a las que se dirige, propone técnicas que pongan el foco en relacionar los nuevos conocimientos con los previamente adquiridos y diseñar las estrategias de evaluación vinculando ideas previas con las nuevas (Ausubel, 2002).

El concepto de mapas conceptuales ha evolucionado a lo largo de las décadas, adaptándose a las necesidades de la educación y la tecnología. Su implementación como técnica de estudio permite aprender términos o hechos,

sintetizar e integrar información, tener una visión global mediante la conexión entre los conceptos y mejorar las habilidades creativas y la memoria a largo plazo partiendo de la memoria visual. Asimismo, la creación de mapas conceptuales digitales favorece su accesibilidad y versatilidad.

Cabe destacar que los mapas no sólo funcionan como una herramienta de aprendizaje sino también como una excelente herramienta de evaluación, ya que pueden emplearse para identificar el conocimiento y estructuración de los contenidos por parte del alumnado antes y después de las trabajar los contenidos en el aula.

¿Cómo se construye un mapa conceptual?

Un mapa conceptual es una herramienta gráfica que refleja un análisis sintetizado de un tema o área de conocimiento (“dominio” en un área de conocimiento) y está supeditado a un contexto de aprendizaje que depende de la situación o evento que estemos tratando de entender (Figura 1). No solo se trata de un documento que contiene toda la información ordenada y esquematizada (lo que sería un “esquema”), sino que funciona como un mapa que organiza y conecta diferentes conceptos y fuentes, sirviendo de base para poder ampliar la información y sobre el que el estudiantado construirá su entendimiento. Además, facilita la colaboración con otros compañeros/as y el equipo docente, pudiendo utilizarse como base para hacer una presentación oral (Novak y Cañas, 2008).

La estructura de un mapa conceptual parte de un concepto central, englobado en un cuadro u óvalo, a partir del cual se organizan otros conceptos relacionados de forma jerárquica. Aunque cada concepto suele concretarse mediante una sola palabra, a veces pueden ser varias o, incluso, ser sustituida por símbolos o imágenes. Las relaciones entre los conceptos se establecen mediante una línea conectiva que los enlaza, sobre las que se escriben palabras o frases llamadas proposiciones (o unidades semánticas), que aportan significado a esa conexión. A su vez, los conceptos enlazados pueden convertirse en nuevos ejes para seguir agregando conceptos y conocimientos asociados (Figura 1).

Una vez definidos los elementos del mapa conceptual, es importante encontrar un punto de partida para su construcción y para ello utilizamos una pregunta de enfoque (por ejemplo, “¿Cómo interpreta y responde la célula a una señal extracelular determinada?). Es importante que se proporcione una pregunta y no solamente un tema (por ejemplo, “Señalización celular”), ya que contestar a una cuestión específica ayuda a los estudiantes a seleccionar los contenidos relevantes en la elaboración de sus mapas. De hecho, en varios trabajos se ha demostrado que tanto la pregunta de enfoque como el concepto inicial del mapa tienen gran influencia en los resultados (Derbentseva *et al.*, 2006).

Por otra parte, es necesario realizar una lista que incluya los conceptos que consideramos que deben ser integrados en el mapa, proceso conocido como estacionamiento (Novak y Cañas, 2008). Puesto que construir las proposiciones que relacionan conceptos es uno de los aspectos más laboriosos de un mapa conceptual, el facilitar al alumnado una lista de conceptos clave no limita su creatividad en la elaboración, sino que simplemente garantiza que trabajarán para integrarlos en ese mapa. Del mismo modo, el hecho de que no logren incorporar adecuadamente los conceptos seleccionados al mapa conceptual evidenciará un entendimiento deficiente de dichos contenidos (Figura 1).

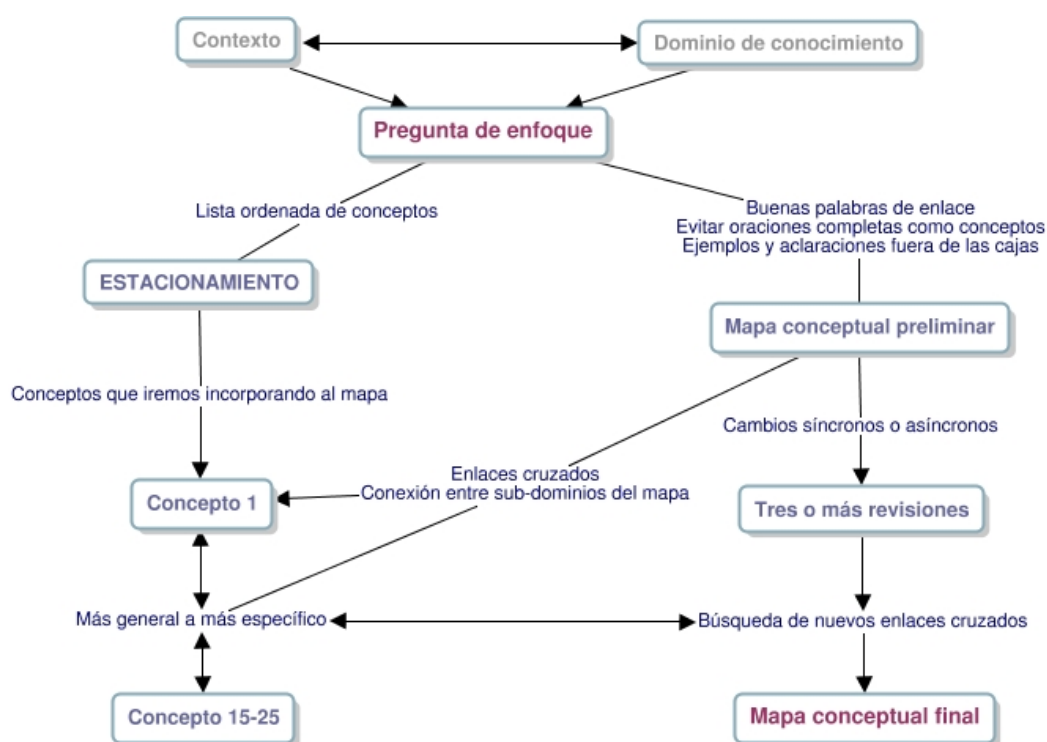


Figura 1. Flujo de trabajo en la construcción de un mapa conceptual. El proceso para construir un mapa conceptual comienza con una pregunta de enfoque que nos ayudará a reconocer los conceptos fundamentales de un tema o dominio de conocimiento para poder responderla. El mapa preliminar se construye representando los conceptos en cuadros u óvalos, de los que se desprenden conceptos relacionados organizados jerárquicamente. Es necesario realizar una lista de entre 15 o 25 conceptos (“estacionamiento”) que identifique aquellos que puedan enlazarse mediante conexiones entre los distintos subdominios del mapa. Dichas conexiones se establecen con líneas que incluyen palabras o frases llamadas proposiciones, aportando significado a la relación. Este enfoque fomenta la organización, la integración del conocimiento y el trabajo colaborativo. *Mapa elaborado con la herramienta CmapTools.*

Mapas andamio elaborados por los docentes mediante herramientas online para el trabajo colaborativo

Un mapa conceptual andamio o esqueleto consiste en una estructura básica elaborada por un experto en el tema que sirve como una guía para la creación de mapas por parte del alumnado (O’Donnell *et al.*, 2002). En dichos mapas se seleccionan un número reducido de conceptos clave para responder a la

pregunta de enfoque, siendo los docentes implicados en el dominio de conocimiento al que se aplica el mapa quienes definirán, con mayor precisión, las relaciones entre dichos conceptos.

Una vez establecido el modelo de aprendizaje basado en “mapas conceptuales andamio”, cabe señalar que estos pueden funcionar como un sistema para determinar el nivel de entendimiento que los estudiantes tienen previamente sobre un tema que van a trabajar. Posteriormente, los mapas pueden desarrollarse, extenderse y refinarse a medida que los estudiantes aumentan su entendimiento sobre el tema, evolucionando potencialmente a modelos de conocimiento complejos que enlazan recursos, resultados, experimentos, etc.

El aumento de aplicaciones online ha transformado los procesos formativos y ha contribuido a convertir la educación en un proceso colaborativo y creativo, centrado en el estudiante (Shang *et al.*, 2011). El trabajo colaborativo es esencial, ya que el alumnado puede aprender unos de otros (Slavin, 1999). En el contexto de los mapas conceptuales, la discusión y negociación sobre la organización y jerarquización de los conceptos por parte de un grupo de estudiantes, puede contribuir directamente a mejorar su comprensión del contenido. Varias plataformas online gratuitas permiten elaborar los mapas andamio por parte de los docentes para facilitar el aprendizaje interactivo (Tabla 1).

Tabla 1. Comparativa entre algunas aplicaciones y programas para la elaboración de mapas conceptuales.

	ONLINE/ DESCARGA	GRATUITA/ PAGO	TRABAJO COLABORATIVO	FORMATO DE EXPORTACIÓN
Canva	Online	Gratuita, con opción Canva Pro de pago	Sí Trabajo en tiempo real creando un equipo	JPG, PNG, PDF Vídeo MP4 GIF
CmapTools	Online y programa descargable	Gratuita, con opción de pago	Sí	JPG, CXL, SVG
Coggle	Online	Gratuita Límite de 3 diagramas privados por usuario	Sí	PDF, PNG .vsdx .mm Archivo de texto plano
MindMup	Online	Gratuita, con opción Gold de pago	Solo en cuentas Gold	Link para ver Online
Xmind	Programa descargable	Gratuita, opción Pro de pago	Solo con la versión Xmind Pro (usando la Xmind Cloud)	PNG y PDF

Asimismo, ciertas aplicaciones permiten que los estudiantes de un grupo puedan estar en diferentes sitios y comunicarse mediante la colaboración sincrónica o hacer uso de las anotaciones que los diferentes softwares proveen. Cada vez más, las universidades son un espacio de implementación de estos enfoques, creando entornos flexibles para el aprendizaje colaborativo (López y Llorente, 2010).

Aplicación de la estrategia didáctica basada en la elaboración de mapas conceptuales colaborativos en Biología Celular e Histología

Estructura y descripción metodológica de la asignatura de Biología Celular e Histología

Biología Celular e Histología es una asignatura anual del primer curso del Grado en Biología de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid. Tiene carácter obligatorio y una asignación de 12 ECTS, distribuidos en 6.5 ECTS teóricos, 3.7 ECTS prácticos, 0.6 ECTS para seminarios y 1.2 ECTS para tutorías.

Como se establece en la Guía Docente de la asignatura, las **clases teóricas** se centran en transmitir contenidos sobre células y tejidos mediante un formato de clase magistral, que se complementa con actividades colaborativas como ejercicios prácticos, trabajos en grupo y resolución de problemas. En las **prácticas de laboratorio**, el docente introduce los contenidos, supervisa las actividades y resuelve dudas, mientras que en **seminarios** se profundiza en ciertos dominios de conocimiento de la materia a través de diferentes recursos (clase invertida, actividades grupales, cuestionarios, etc.)

Debido a la gran extensión y complejidad del contenido teórico de esta materia y el gran número de alumnos matriculados, un 60% de las horas se establecen como **trabajo autónomo** guiado por el equipo docente, quienes asesoran en la metodología y recursos para facilitar el aprendizaje fuera del aula.

La materia de Biología Celular e Histología resulta fundamental en la formación de los estudiantes de Biología, dado que establece la base conceptual necesaria para analizar los procesos biológicos desde una perspectiva celular. Además, facilita la comprensión de la relación entre la estructura y la función de los tejidos, por lo que funciona como nexo imprescindible para interpretar conceptos de otras materias que forman parte del grado como fisiología, organografía, inmunología y su aplicación en áreas como la biotecnología y la investigación biomédica.

Limitaciones detectadas en la metodología del proceso enseñanza-aprendizaje

Los conceptos y competencias de la materia se evalúan mediante pruebas escritas y orales (60% de la nota), clases prácticas de asistencia obligatoria

(30%) y las actividades complementarias como seminarios y trabajos (10%). Además, se evalúa la participación del estudiante y el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que aportan hasta un 5% adicional en cada apartado. Un análisis de las calificaciones del alumnado en cada uno de estos apartados evidencia un alto porcentaje de suspensos y bajas calificaciones en la parte teórica de la asignatura.

Tras un ejercicio de reflexión por parte del equipo docente para identificar las causas que podrían estar derivando en las bajas calificaciones, se detectó una falta de implicación y motivación, que se acompañan de un trabajo autónomo prácticamente ausente, lo que limita la capacidad del estudiantado para comprender en profundidad los conceptos básicos del temario (Tabla 2). Esta situación evidencia la necesidad de implementar nuevas estrategias didácticas que ofrezcan herramientas para superar, de manera autónoma y en trabajo colaborativo, las dificultades que entraña interiorizar contenidos de la asignatura.

Tabla 2. Identificación de problemas para la adquisición de las competencias fundamentales en Biología Celular e Histología.

PROBLEMAS DETECTADOS	DESCRIPCIÓN
Desconexión entre el enfoque teórico y la comprensión del alumnado	El alto porcentaje de suspensos en la parte teórica sugiere que las metodologías empleadas no están facilitando una adecuada asimilación de los contenidos.
Falta de estrategias para fomentar el trabajo autónomo	Los estudiantes carecen de hábitos y herramientas para organizar información e interiorizar conceptos, lo que indica que las metodologías actuales no están promoviendo suficientemente estas habilidades.
Deficiencia en la motivación y la implicación del alumnado	La falta de motivación en actividades como los Seminarios, a pesar de su impacto en la nota final, evidencia la necesidad de metodologías que despierten mayor interés y participación.
Inadecuado desarrollo de competencias clave	La carencia de habilidades para organizar e interiorizar información refleja que las estrategias pedagógicas no están logrando la asimilación de las competencias fundamentales en el alumnado.
Necesidad de diversificación de estrategias didácticas	La mención del análisis crítico por parte del profesorado sugiere que las metodologías actuales podrían ser monótonas o inadecuadas para cubrir las diversas necesidades de los estudiantes.

Uso de mapas conceptuales colaborativos: una propuesta metodológica para resolver las dificultades en el aprendizaje teórico y autónomo

Los problemas detectados anteriormente apuntan a la importancia de revisar las estrategias empleadas, tanto en la enseñanza teórica como en las actividades prácticas y colaborativas.

En el curso 2023-24 se implementó un proyecto de innovación educativa (Innova-Docentia N.º 398, UCM) basado en la realización de mapas conceptuales de forma grupal y colaborativa como una metodología activa de aprendizaje para determinados contenidos de los bloques de Biología Celular e Histología. Además, la propuesta incluyó el empleo de herramientas en línea gratuitas como son Coggle, CmapTools, MindMup, Canva o XMind (Tabla 1) para la creación de los mapas conceptuales.

Debido a que está descrito que la implementación de la evaluación entre iguales en el ámbito universitario resulta una estrategia clave para el aprendizaje, promoviendo la participación del alumnado mediante la autoevaluación y la coevaluación (Ibarra *et al.*, 2012), se propuso una fase de corrección por pares de los mapas conceptuales elaborados por los propios alumnos.

Aunque el alumnado valoró positivamente los mapas conceptuales como herramienta de estudio se observaron debilidades tras la implementación de dicho proyecto: los/las estudiantes no se beneficiaron del trabajo colaborativo porque no tuvieron tiempo de integrar las aportaciones grupales, les desmotivó que no se evaluaran sus contribuciones individuales y la imposición de plazos de entrega.

Por todo lo expuesto, en la **propuesta didáctica actual** se ha decidido recurrir al sistema de mapas andamio elaborados por el equipo docente, en temas o dominios muy concretos de la materia, donde los alumnos deberán mejorar la propuesta inicial. Además, deberán aportar nueva información y contextualizar los conceptos con problemas reales, relacionándolos con preguntas de enfoque concretas en cada dominio de conocimiento de algunos de los temas de Biología Celular.

Pretendemos conjugar el trabajo colaborativo y la participación individual siguiendo un esquema de organización flexible, para conseguir que el alumnado considere útil este recurso. Además, la actual propuesta solucionaría el problema del tiempo insuficiente para permitir la contribución activa de todos los alumnos implicados y facilitaría la evaluación de su trabajo individual, lo que se espera que aumente su motivación e implicación.

METODOLOGÍA

La propuesta se fundamenta en proporcionar al alumnado directrices claras para elaborar mapas conceptuales mediante un documento guía y una presentación introductoria. Además, se entrega un plan de trabajo detallado que describe las tareas, recursos disponibles y las ventajas de esta metodología, como el aprendizaje activo, la colaboración y su aplicabilidad en diferentes campos. Se establece un plazo para se organicen en grupos de trabajo.

La metodología incluye la creación, por parte del profesorado, de mapas andamio que sirvan como base para los mapas conceptuales colaborativos elaborados por los alumnos. Los contenidos específicos y las preguntas de enfoque se decidirán de manera consensuada por el equipo docente implicado. Se buscarán ejemplos de mapas conceptuales publicados, preferiblemente en inglés para la construcción de las plantillas básicas, que se publicarán en el Campus Virtual junto con enlaces a plataformas colaborativas especializadas en la creación de mapas conceptuales interactivos.

A partir de los mapas andamio, los grupos de trabajo añadirán nodos y entradas interactivas relacionadas con los contenidos propuestos (por ejemplo, vías de señalización, patologías y posibles terapias). También podrán generar entradas expresando dudas para que sean respondidas por el profesorado. Este trabajo se realizará de manera asíncrona, facilitando la participación y permitiendo una evaluación de las contribuciones individuales de cada alumno/a al mapa.

Tanto el alumnado como el profesorado corregirán los mapas conceptuales en varias fases, intercambiándolos entre grupos para señalar errores, resolver ambigüedades y realizar ajustes. Las plataformas online agilizarán esta comunicación. Al final, todos los mapas generados se centralizarán en un repositorio accesible en el Campus Virtual.

Para evaluar los resultados de la implementación de esta nueva metodología, se prepararán encuestas con el objetivo de determinar su efecto sobre la motivación y se analizará su impacto en la evaluación de los conceptos teóricos fundamentales de la asignatura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proyecto de implementación de mapas conceptuales colaborativos en la asignatura de Biología Celular e Histología fue diseñado para abordar diversas limitaciones detectadas en los métodos tradicionales de enseñanza, como es la escasa capacidad para interrelacionar conceptos teóricos fundamentales o la falta de implicación y motivación. En cuanto a los resultados obtenidos, cabe señalar que, aunque el proyecto se llevó a la práctica durante el curso académico 2023/24, las respuestas a los cuestionarios de valoración solo fueron contestados por aproximadamente un 15% del total de alumnos, siendo así datos poco representativos. No obstante, esta primera experiencia ha permitido observar algunas tendencias preliminares que sugieren áreas de mejora y posibles soluciones.

En primer lugar, la introducción de mapas conceptuales como herramienta de aprendizaje activo y colaborativo ha sido bien recibida por los estudiantes, quienes han manifestado una actitud positiva hacia su utilización como recurso para estructurar y sintetizar información compleja. La metodología basada en

mapas andamio elaborados por el profesorado, que se ha presentado como mejora a la propuesta del proyecto inicial, permite una organización más eficaz del trabajo colaborativo. Al proporcionar a los alumnos una estructura inicial que guíe el desarrollo de los mapas conceptuales, se logra reducir la incertidumbre sobre qué aspectos del contenido abordar, lo que facilita la integración de los conceptos clave y motiva su participación.

Por otra parte, el flujo de trabajo de la nueva propuesta mantiene una fase de corrección por pares, entre los/las participantes, ya incluida en el proyecto inicial de 2023-24. Dicha evaluación entre iguales es una estrategia pedagógica fundamental para promover el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias clave, como la capacidad de autoevaluación y la emisión de juicios críticos (Ibarra *et al.*, 2012). Este esquema de trabajo no solo fomenta la participación del alumnado, sino que también fortalece habilidades interpersonales y académicas, como el análisis y la retroalimentación constructiva. Al incluir correcciones por pares, se fomenta un ambiente colaborativo en el que los/las estudiantes pueden identificar errores, resolver dudas y mejorar su comprensión de los conceptos centrales, lo que refuerza su aprendizaje autónomo. A pesar de las limitaciones asociadas a esta estrategia, como la posible falta de objetividad o la desigualdad en las contribuciones individuales de cada participante, los beneficios en términos de aprendizaje profundo y desarrollo de competencias justifican el que se implemente. Además, las plataformas online han demostrado ser herramientas eficaces para permitir la continua corrección de los mapas, facilitando la comunicación fluida entre estudiantes y profesorado.

Finalmente, a pesar de los desafíos identificados, los resultados preliminares sugieren el potencial de esta metodología para mejorar tanto la comprensión de los contenidos teóricos como la implicación del alumnado. Sin embargo, como ya se ha descrito en otros trabajos, su uso efectivo depende de factores como la motivación, el entrenamiento continuo en la elaboración de mapas o el tiempo de implementación (Ariza *et al.*, 2009). Por ello, será necesario realizar un seguimiento detallado y aplicar encuestas que evalúen la motivación y que permitan medir el grado de desempeño en la elaboración de mapas para validar el impacto real en la adquisición de los conceptos clave de la asignatura.

CONCLUSIONES

A pesar de que el proyecto aún se encuentra en fases tempranas de implementación, los primeros indicios apuntan a que la utilización de mapas conceptuales colaborativos podría ser una estrategia efectiva para mejorar tanto la implicación del alumnado como su comprensión y estructuración de los contenidos de asignaturas científicas complejas, como Biología Celular e Histología. La introducción de mapas andamio como soporte didáctico se perfila como un enfoque prometedor para proporcionar una estructura y guiar así a los

estudiantes, favoreciendo un aprendizaje más organizado y centrado en los conceptos clave.

No obstante, es necesario seguir ajustando los aspectos relacionados con la evaluación de las contribuciones individuales y mejorar la integración de las aportaciones grupales dentro de los plazos establecidos, lo que facilitará un aprendizaje más colaborativo y una mayor motivación por parte de los/las estudiantes. La implementación de esta metodología está alineada con el objetivo de fomentar un aprendizaje activo y significativo, y se prevé que su evolución, acompañada de un análisis continuo de su impacto, contribuirá a una mejora sustancial en los resultados académicos y en el desarrollo de competencias clave para el alumnado.

REFERENCIAS

- Ariza, D., Yaber, I., Muñiz, J., Hurtado, J. y Figueroa, R. (2009). Los mapas conceptuales como estrategia didáctica para el aprendizaje de conceptos de biología celular en estudiantes de ciencias de la salud. *Salud Uninorte*, 25(2): 220-231.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa*. En *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, Ausubel, D.P., Joseph D. Novak, J.D. y Hanesian, H. eds. (Trillas, México). pp. 45-78
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. (Paidós, Barcelona).
- Derbentseva, N., Safayeni, F. y Cañas, A.J. (2006). Concept maps: Experiments on dynamic thinking. *J. Res. Science Teaching*, 44(3): 235-256. <https://doi.org/10.1002/tea.20153>
- Ibarra, M.R., Rodríguez. G. y Gómez, M.A. (2012). La evaluación entre iguales: beneficios y estrategias para su práctica en la universidad. *Revista de Educación*, 359: 206-231.
- López, E. y Llorente, M.C. (2010). Incorporación de nuevas estrategias de enseñanza en la universidad: blogs en Didáctica General. *Educatio Siglo XXI*, 28(1): 191-208.
- Novak, J.D. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3): 213-223.
- Novak, J. D. (1998). *Conocimiento y aprendizaje: Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas*. (Alianza, Madrid).
- Novak, J. D. y Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct them (Technical Report IHMC CmapTools 2006-01). Institute for Human and Machine Cognition.
- O'Donnell, A., Dansereau, D.F. y Hall, R.H. (2002). Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing. *Educ. Psychol. Rev.*, 14: 71-86. <https://doi.org/10.1023/A:1013132527007>

Shang, S., Li, E. Y., Wu, Y. L. y Hou, O. (2011). Understanding web 2.0 service models: A knowledge-creating perspective. *Information & Management*, 48: 178-184. <https://doi.org/10.1016/j.im.2011.01.005>

Slavin, R. (1999). *Aprendizaje cooperativo: Teoría, investigación y práctica*. (Aique, Argentina).

Influencers educativos: la transformación de las redes sociales en herramientas de aprendizaje en el entorno universitario

Pardo-Tendero, M.¹, Monleón, D.¹, Marrachelli, V.G.², Montoliu, C.¹, Martín-Grau, M.¹, Casanova, P.¹, Rocha, G.¹, Arenas, Y.¹ y Navarro, R.¹

1. *Departamento de Patología, Universidad de Valencia*

2. *Departamento de Fisiología, Universidad de Valencia*

RESUMEN: El desarrollo de estrategias de innovación en docencia que permitan transformar el aula, facilitando el proceso de aprendizaje de los alumnos, se ha convertido en un factor fundamental, dada la revolución tecnológica. Los avances tecnológicos y el fácil acceso a dispositivos electrónicos en la sociedad, han cambiado la forma de acceder a la información, comunicarse y relacionarse de los estudiantes. La llegada de las redes sociales ha transformado distintos sectores industriales, como el marketing y la publicidad, pero también puede tener un alcance a nivel educativo. El empleo de esta tecnología como herramienta pedagógica en la educación universitaria podría representar una innovación en la metodología docente. Una de las aplicaciones con gran influencia entre los jóvenes en la actualidad, es la conocida Instagram. La utilización de esta red social en el ámbito académico podría permitir a los profesores actuar como “influencers” educativos motivando y guiando a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. El estudio de imágenes y conceptos clave de biología celular podrían realizarse de forma más amena, mediante esta plataforma. Por tanto, la falta de atención en las aulas, ocasionada en diversas ocasiones por el uso de redes sociales, podría verse contrarrestada por un uso adecuado de este tipo de plataformas, fomentando la creatividad y el manejo de tecnologías de la información y la comunicación entre el estudiantado universitario.

PALABRAS CLAVE: redes sociales, herramientas digitales, biología celular.

ABSTRACT: The development of innovative teaching strategies that transform and facilitate the learning process for students has become an essential factor in the context of the technological revolution. Technological advances and easy access to electronic devices in society have changed the way students access information, communicate, and interact. Social media have transformed various industrial sectors, such as marketing and advertising, and they can also impact education. Employing this technology as a pedagogical tool in higher education could represent an innovation in teaching methodology. One of the applications that has had a great influence on young

people today is Instagram. The use of this social network in the academic field may allow teachers to act as educational "influencers" motivating students in their educational process. The study of cell biology images and concepts could be made more engaging through this platform. Therefore, the lack of attention in classrooms, often caused by the use of social networks, could be counteracted by the appropriate use of such platforms, fostering creativity and the management of information and communication technologies among students.

KEYWORDS: social media, digital tools, cell biology

INTRODUCCIÓN

La creación de contenido en las redes sociales está a la orden del día y la influencia de estas plataformas en las nuevas generaciones es cada vez más llamativa. El uso de estas plataformas en la era digital promovida por el acceso a internet está en auge, principalmente entre los jóvenes que componen el sector principal de la demanda en la educación universitaria (Digital, 2024).

La identificación de nuevas estrategias docentes para adaptar el sistema universitario a las nuevas tecnologías y los cambios generacionales, ponen de manifiesto la necesidad de utilizar nuevas herramientas que permitan conectar la docencia universitaria con las plataformas de creación de contenido al alcance de la sociedad. Una de las plataformas más populares entre los estudiantes universitarios es la red social Instagram, que permite compartir contenido y cuenta con herramientas para crear encuestas, preguntas y lograr una gran interactividad.

Instagram es una plataforma que la mayoría de estudiantes ya utilizan a diario. Se estudió la influencia de esta plataforma en estudiantes universitarios de la escuela de medicina de la Universidad de Carolina del Norte, y se analizó el gran alcance que tiene en cuanto a la participación de los estudiantes a través de las métricas generadas por Instagram. Se observó que, la mayoría de los estudiantes accedían a la plataforma desde sus *smartphones* (88%), además, los estudiantes indicaron usarla en su tiempo libre (78%), en el transporte público (58%) y durante el tiempo dedicado al estudio (59%) (Essig *et al.*, 2020). Con todo ello, se podía establecer que una vez concretada una base de datos de imágenes, con preguntas y respuestas de temática educativa o divulgativa, se podría utilizar para publicar fácilmente contenido en Instagram, de modo que a los estudiantes les sirva para repasar la materia.

En otros estudios previos, se ha observado que los estudiantes pueden considerar la plataforma Instagram útil en el entorno docente universitario. Principalmente consideran útiles las publicaciones relacionadas con la exploración de conocimientos previos y las que los animan a realizar alguna

actividad práctica en casa, afirmando estar más motivados e interesados por la asignatura (Jiménez, 2021).

Con todo ello, los métodos de enseñanza tradicionales pueden no ser los más apreciados por los estudiantes en algunos casos (Al-Bahrani y Patel, 2015), por ello, la implantación de pequeñas actividades opcionales a través de la plataforma Instagram, podría incentivar el entusiasmo y motivación de los estudiantes por la asignatura de biología. Si se consigue incorporar el estudio al conjunto de actividades sociales diarias, mediante el uso de esta plataforma, se podría lograr una mayor interacción, compromiso y un aprendizaje más efectivo, lo que al mismo tiempo podría provocar una menor tasa de abandono en las aulas.

Por tanto, el uso de la plataforma Instagram en las aulas podría conllevar una actualización de los recursos docentes, adaptándolos a las nuevas necesidades y hábitos de los estudiantes. Así, los alumnos podrían acceder a un perfil relacionado directamente con la materia estudiada e interactuar con cuestiones aplicadas de la asignatura de manera online en cualquier momento.

OBJETIVOS

El objetivo general planteado es la implementación de la red social Instagram como plataforma de interacción educativa, permitiendo compartir contenido relacionado con el temario de la asignatura. La finalidad del presente objetivo es reforzar los conceptos tratados en clase, promover la participación activa de los alumnos y aumentar su concentración y motivación en la materia.

Objetivos específicos:

Objetivo 1: Alentar a los estudiantes a un uso educativo de la plataforma Instagram, mediante la creación de un perfil con contenido académico en el que se comparta contenido de la materia tratada en clase.

Objetivo 2: Motivar a los alumnos con un aprendizaje interactivo, basado en la creación de una base de datos con contenido que les permita interactuar respondiendo a cuestiones de la asignatura.

Objetivo 3: Estimular la capacidad deductiva, el análisis crítico y la creatividad en un entorno social, que permita mejorar el rendimiento académico y las destrezas digitales.

METODOLOGÍA

El detalle de la metodología ideada para la consecución de los objetivos propuestos se presenta en la Figura 1 y se describe a continuación:



Figura 1. Flujo de trabajo de la metodología propuesta.

1. Lluvia de ideas del docente.

La técnica conocida como “lluvia de ideas” implicó la participación del docente en la generación de ideas creativas y soluciones didácticas en el contexto educativo, mediante la exploración de nuevas posibilidades pedagógicas. Por ello, se realizó un análisis para identificar los conceptos clave que los estudiantes encuentran más desafiantes. Posteriormente, se diseñó una base de datos con contenido que alinee estos conceptos con los objetivos de aprendizaje y se llevó a cabo la planificación de las publicaciones que permitían desarrollar nuevos enfoques de enseñanza.

2. Creación de contenido educativo.

Se realizó la creación de una base de datos con actividades lúdicas que incluían preguntas con respuesta múltiple, cuestionarios breves e imágenes explicativas. Para la creación del contenido se utilizaron referencias bibliográficas del temario en cuestión, así como artículos científicos de actualidad y contenido relevante.

3. Desarrollo de creatividad y pensamiento crítico de los estudiantes.

Con el contenido compartido en el perfil docente y las actividades propuestas se buscaba estimular la capacidad creativa y el pensamiento crítico de los estudiantes, fomentando la participación activa. Por ello, se diseñaron actividades que requerían análisis y evaluación de contenido publicado en Instagram.

4. Motivación del estudiante y desarrollo de la capacidad digital.

Se ha promovido el desarrollo de habilidades digitales a la par que la motivación y competitividad por acertar las cuestiones planteadas. Esto ha ayudado al repaso de los conceptos tratados en la materia. Además, la aplicación educativa

capacitó a los estudiantes en un uso más responsable y seguro de la plataforma, promoviendo un modo de interactuar de manera respetuosa en la red.

Además, se evaluó el impacto del uso educativo de Instagram y el nivel de participación, mediante encuestas cortas para evaluar el grado de aceptación de la propuesta por parte de los estudiantes implicados.

RESULTADOS

El empleo de nuevas metodologías docentes a través de redes sociales obtuvo un alto grado de aceptación por parte del alumnado, lo cual se evidenció en un elevado porcentaje de participación en las encuestas propuestas. Al mismo tiempo, el perfil educativo en Instagram tuvo un elevado alcance entre los estudiantes de la asignatura de Biología de primer curso del grado en Medicina (Figura 2).



Figura 2. Perfil educativo de la asignatura de Biología y contenido propuesto.

Los resultados sobre el uso de esta red social en el ámbito educativo muestran un alto grado de interés, curiosidad y entusiasmo por parte del alumnado (Figuras 3, 4). Además, posicionan a Instagram como una red social con gran influencia e impacto entre los estudiantes (Figura 5).

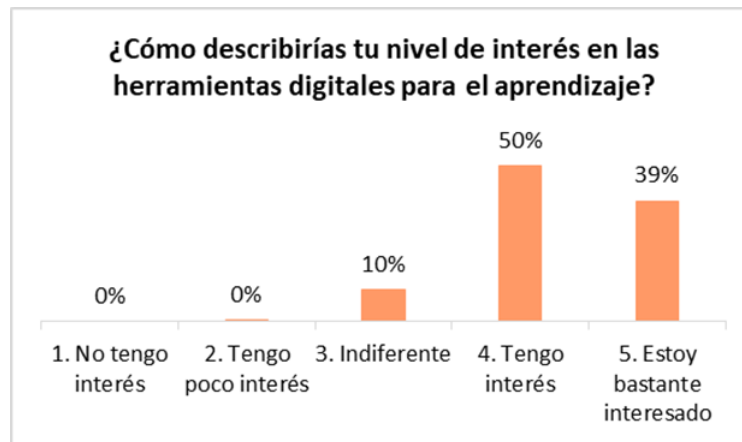


Figura 3. Nivel de interés en el uso de herramientas digitales con fines educativos entre los estudiantes de Biología del estudio.

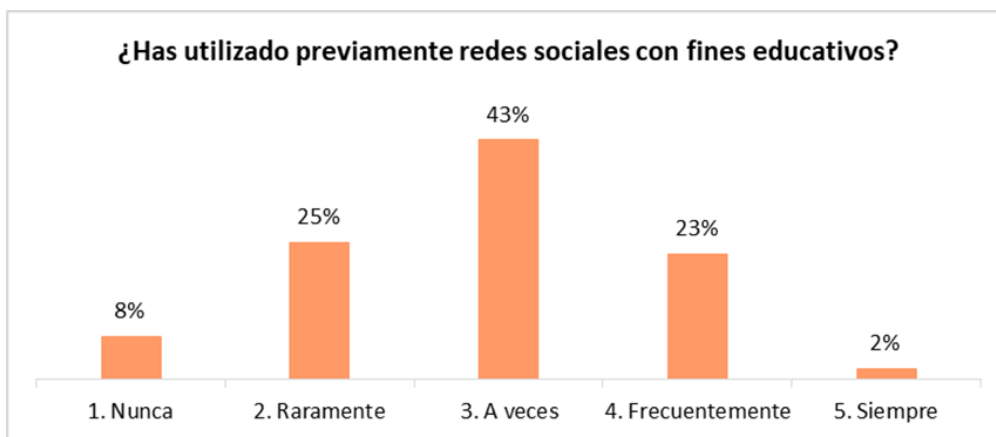


Figura 4. Porcentaje de uso de redes sociales de manera educativa entre los estudiantes de Biología participantes.

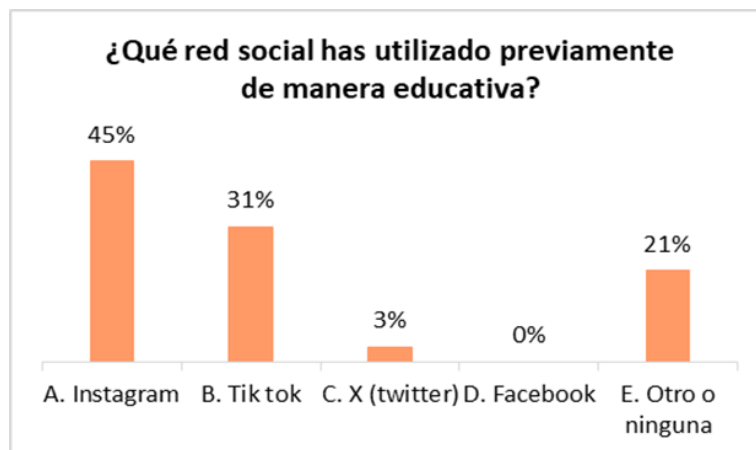


Figura 5. Elección de red social con fines educativos entre los estudiantes encuestados.

DISCUSIÓN

El desarrollo de este trabajo permitió observar el impacto en la mejora de competencias y aprendizaje del alumno, mediante la aplicación de una estrategia de enseñanza adaptada al contexto social e interactivo del alumnado. Así mismo, esta herramienta ha sido útil para alcanzar una convergencia entre el aprendizaje en las aulas y el entorno social de las nuevas generaciones, adaptando la educación a la era digital.

La utilización de esta metodología de apoyo docente ha permitido fomentar el pensamiento crítico, mediante el análisis del contenido, así como el diálogo entre compañeros y la competitividad en un ambiente lúdico. Esto puede incidir en una mejora del aprendizaje, reforzando y clarificando los conceptos estudiados de manera amena y entretenida. Además, permite mejorar competencias de comprensión lectora, análisis visual, expresión escrita, y un uso adecuado de nuevas tecnologías y plataformas digitales.

Tras la implementación con éxito del uso de Instagram como herramienta educativa en la asignatura de Biología, se han obtenido resultados muy positivos. Los estudiantes han demostrado un elevado nivel de interés y motivación, lo que podría traducirse en una mejora significativa de su rendimiento académico.

Los resultados obtenidos en el presente estudio han permitido confirmar que la presencia de las redes sociales como un apoyo de innovación en la metodología docente puede mejorar la comprensión de conceptos de biología celular. Igualmente, la aplicación de esta tecnología a los retos educativos también incrementa el interés, motivación y participación del estudiantado. Además, estas herramientas promueven un aprendizaje más activo y participativo por parte de los alumnos.

CONCLUSIONES

La falta de atención en las aulas, ocasionada en diversas ocasiones por el uso de redes sociales, podría verse contrarrestada por un uso adecuado de este tipo de plataformas, fomentando la creatividad y el manejo de tecnologías de la información y la comunicación entre los alumnos. Así mismo, se demuestra que el uso de estas plataformas en educación puede influir de manera positiva, aumentando el interés y motivación de los alumnos.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado con apoyo de los proyectos de innovación educativa UV-SFPIE_PIEE-3329512, UV-SFPIE_PIEE-2736309 y UV-SFPIE_PIEE-3326711 de la Universitat de València.

REFERENCIAS

- Al-Bahrani, A. y Patel, D. (2015) Incorporating Twitter, Instagram, and Facebook in Economics Classrooms, *J. Econ. Educ.*, 46: 56-67
<https://doi.org/10.1080/00220485.2014.978922>
- Digital (2024) Global Overview Report; Number of people using social media platforms, 2004 to 2018. <https://ourworldindata.org/rise-of-social-media>, (fecha de acceso marzo 2025)
- Essig, J., Watts, M., Beck Dallaghan, G.L. y Gilliland, K.O. (2020). InstaHisto: Utilizing Instagram as a medium for disseminating visual educational resources. *Med. Sci. Educ.*, 30(3): 1035-1042.
<https://doi.org/10.1007/s40670-020-01010-2>
- Jiménez, G. (2021) Instagram como recurso educativo en la docencia virtual para fomentar la interacción alumnado-docente. En *Innovación docente e investigación en educación y ciencias sociales: nuevos enfoques en la metodología docente*, Martos, A., Barragán, A.B., Molero, M.M., Pérez, M.C., Simón Márquez, M.M. y Gázquez, J.L. (Universitat de Barcelona), pp. 197-208.