

III Jornada «Aprendizaje Eficaz con TIC en la UCM»

José Luis Ayala Rodrigo (coord.)



III Jornada «Aprendizaje Eficaz con TIC en la UCM»

III Jornada «Aprendizaje Eficaz con TIC en la UCM»

José Luis Ayala Rodrigo (coord.)



**EDICIONES
COMPLUTENSE**

Director

Jorge Jesús Gómez Sanz
Vicerrector de Tecnología y Sostenibilidad
Facultad de Informática

Coordinador

José Luis Ayala Rodrigo
Asesor del Vicerrector de Tecnología y Sostenibilidad
Facultad de Informática

Comité científico

David Carabantes Alarcón
Delegado del Rector para la Promoción de la Cultura Preventiva
Facultad de Medicina

Rosa M^a de la Fuente Fernández
Vicerrectora de Estudiantes
Facultad de Ciencias Políticas y Sociología

Ana M^a Fernández-Pampillón Cesteros
Facultad de Filología

Luis Hernández Yáñez
Facultad de Informática

Juan Antonio Infante del Río
Facultad de Ciencias Matemáticas

José Antonio López Orozco
Facultad de Ciencias Físicas

Manuel Salamanca López
Facultad de Geografía e Historia

PRIMERA EDICIÓN: SEPTIEMBRE 2024

© 2024, De los textos: sus autores

© 2024, Ediciones Complutense

Pabellón de Gobierno

Isaac Peral s/n

28015 Madrid

913 941127

info.ediciones@ucm.es

<https://www.ucm.es/ediciones-complutense>

ISBN (PDF): 978-84-669-3856-3

DOI: <https://dx.doi.org/10.5209/act.001>

Imagen de cubierta: www.vecteezy.com

Reservados todos los derechos. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación, por cualquier medio o procedimiento, sin contar para ello con la autorización previa, expresa y por escrito del editor.

Índice

- 1. Finanzas entre todos: investigación cuasi-experimental sobre metodologías activas en el ámbito de las finanzas y las finanzas sostenibles** 11
Nuria E. Gómez; Pilar Grau; Elena Márquez; Ana R. Martínez; Alfonso Palacio; Alicia Pérez; Inés Pérez-Soba; Rosa Santero; Estrella Trincado
- 2. Uso de Instagram como herramienta de aprendizaje en las materias artísticas del Grado de Periodismo** 25
Violeta Izquierdo Expósito
- 3. Inteligencia artificial generativa como recurso en los procesos de enseñanza y aprendizaje en educación superior** 33
J. Ignacio Pichardo; Oriol Borrás-Gené; Pablo Santoro Domingo; Laura Martínez Álvaro; David Carabantes-Alarcón
- 4. Experiencia innovadora en aula: el uso combinado de TICs para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en educación superior** 47
Miryam Rodríguez Monter
- 5. Aprendizaje e interacción académica en Gestión de Medios a través de Wooclap** 59
María José Pérez-Serrano; Miriam Rodríguez Pallares; Manuel Fernández Sande; Concha Pérez Curiel
- 6. Creación de una comunidad de aprendizaje para el desarrollo de una estructura de mentorizaje vertical y generación de contenidos digitales para la formación en competencias de investigación y mejora de la empleabilidad** 69
Ricardo Llorente; Eva M. Marco; Alberto Lázaro; Beatriz Martín-Sánchez; Diego San Felipe; Blanca Jiménez Prieto; Miguel A. Martínez-López; Sara Rubio-Casado; Meritxell López-Gallardo

7. Uso de un lenguaje de programación por bloques para un estilo computacional de geometría	83
Angélica Martínez-Zarzuelo; Eugenio Roanes-Lozano	
8. Aplicación de sistemas sin servidor de encriptación basados en ultra-color en el ámbito docente	93
Sara Ignacio-Cerrato; David Pacios; José Miguel Ezquerro; José Luis Vázquez-Poletti; Clemente Cesarano; Nikolaos Schetakakis; Konstantinos Stavrakakis; Alessio Di Iorio; María Estefanía Avilés Mariño	
9. Gamificación en farmacología: <i>escape room</i> virtual	101
Luis A. Olivos-Oré; María Victoria Barahona Gomariz; Antonio Rodríguez Artalejo; Manuel San Andrés Larrea; José Julio de Lucas Burneo; Juan Antonio Gilabert Santos; María Rosa Gómez Villafuertes; Felipe Ortega de la O; Esmerilda García Delicado; Raquel Pérez Sen; Sebastián Sánchez Fortún; Ana D'Ors de Blas; Eva De Lago Fernia; Isabel Lastres-Becker; Sonia Santander Ballestín; María José Luesma Bartolomé; Alberto García Barrios; Pablo Morón Elorza; Celia Llorente Sáez; Julia Serrano López; Ana Sánchez Fortú; Ada Quintero Pérez; Marta Arias Mosquera; Inés Belloso Melcon; Oiane Liceras de Bernardo y Marina Arribas-Blázquez	
10. Integración de TIC en una experiencia de aprendizaje invertido (Flipped-Classroom) en la Enseñanza Teórica	115
Nieves Martin-Alguacil; Rubén Mota Blanco; Luis Javier Avedillo	
11. «Esto va de Micro»: el pódcast de microbiología de los estudiantes de la Universidad Complutense	129
Jéssica Gil-Serna; Lucía Arregui; María José Valderrama; Mirian Doménech; Richard Williams; Covadonga Vázquez; Belén Patiño; Mercedes Martín-Cereceda; Blanca Pérez-Uz; Tania Ayllón	
12. Utilización del ChatGPT como herramienta didáctica en la enseñanza invertida en Ciencias de la Salud	143
Nieves Martin-Alguacil; Luis Javier Avedillo; Rubén Mota Blanco; Miguel Gallego-Agúndez	

13. Ingeniería Genética en H5P: promoviendo la participación del alumnado a través de la ludificación 157

Antonio Sánchez Torralba; Cristina Blázquez Ortiz; Olga Cañadas Benito; Belén García-Fojeda García-Valdecasas; Govinda Guevara Acosta; María Teresa López Conejo; María del Mar Lorente Pérez; Jorge Mario Mateo Mendoza; Laura Nogués; María Regina Ranz Valdecasa; Sandra Rayego Mateos; Marta Ruiz Ortega; Teresa Sánchez Velasco; Guillermo Velasco Díez; Juana María Navarro Llorens

14. El uso de las TIC como aliado para el aprendizaje activo en Histología 169

A. Novillo; E. Jiménez; P. Zuluaga; L. Gadea; N. Pandamouz; C. Escribano Martínez; R. Sacedón; I. Buño

15. Creación de contenido digital para un aprendizaje autónomo eficaz 181

Mónica Cicuéndez; Jesús L. Pablos; Daniel Lozano; Ana García; Isabel Izquierdo-Barba; Blanca González; Montserrat Colilla; Victoria Cabañas; Sandra Sánchez-Salcedo

16. Inteligencia artificial generativa y aprendizaje colaborativo en la educación universitaria: Fisiopatología Vegetal (Máster en Biología Vegetal Aplicada-UCM) 189

Aranzazu Gomez-Garay; Beatriz Pintos López; Elena Pérez-Urria Carril; José María Hernández de Miguel

17. Effective Learning Strategie (ELS): una forma de maximizar la asimilación de los contenidos y la obtención de resultados durante el seminario *online* 201

L. Iván Mayor Silva; María José González Sanavia; Óliver Martín Martín; María del Carmen Martínez Rincón; Alfonso Meneses Monroy; Samir Mohamedi Abdelkader; Guillermo Moreno Muñoz; Elena Orgaz Rivas; Ana Belén Rivas Paterna; Emilio Vargas-Castrillón; Enrique Pacheco del Cerro

**18. Introducción de temas avanzados de tratamiento de datos
en los laboratorios informáticos de la asignatura de primer
curso «Laboratorio de Física»**

211

Daniel Sánchez Parcerisa

Finanzas entre todos: investigación cuasi-experimental sobre metodologías activas en el ámbito de las finanzas y las finanzas sostenibles

Nuria E. Gómez¹; Pilar Grau²; Elena Márquez²; Ana R. Martínez²; Alfonso Palacio²; Alicia Pérez²; Inés Pérez-Soba²; Rosa Santero¹; Estrella Trincado³

Resumen. El objetivo del presente trabajo es analizar los resultados en el aprendizaje del estudiantado de los proyectos de innovación educativa desarrollados a lo largo de cuatro cursos académicos no consecutivos que emplean diccionarios audiovisuales sobre términos financieros elaborados por estudiantes de distintos niveles del sistema educativo. Los proyectos incluyen términos de finanzas generales y finanzas sostenibles y a estudiantes de Máster, Grado y Bachillerato de diversas universidades e institutos de enseñanza secundaria y Bachillerato. La evaluación de las metodologías activas para el aprendizaje de los estudiantes se ha ido mejorando, tratando de corregir en las sucesivas etapas las dificultades encontradas en el proceso de recogida de datos e incorporando variables de control para el contraste de los resultados. En este trabajo presentamos esencialmente los resultados del proyecto de finanzas sostenibles, ya que en este se han podido pulir los procesos de recogida y procesamiento de la información. Respecto al grado de satisfacción, el estudiantado participante se muestra muy satisfecho con la experiencia en todos los proyectos y declaran verse más motivados/as por esta forma de aprender los diversos conceptos financieros.

¹ Departamento de Economía Aplicada I; Historia e Instituciones Económicas; Universidad Rey Juan Carlos.

² Departamento de Economía Aplicada; Pública y Política; Universidad Complutense de Madrid.

³ Departamento de Economía Aplicada, Estructura e Historia; Universidad Complutense de Madrid.

Palabras clave: Investigación cuasi-experimental; metodologías activas; finanzas sostenibles; economía; objetivos de desarrollo sostenible.

1. Introducción

El presente trabajo muestra los resultados de varios proyectos de innovación educativa (PIEs) desarrollados por un grupo de docentes de dos universidades madrileñas (UCM y URJC) y dos centros de enseñanza secundaria y Bachillerato de la Comunidad de Madrid (IES Antares, Rivas Vaciamadrid e IES Gerardo Diego, Pozuelo de Alarcón)⁴. La idea del proyecto surge, por un lado, de la evidencia de deficiencias en la formación financiera del estudiante, y, por otro, de las modificaciones pedagógicas derivadas de la incorporación del sistema universitario español al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Así, en relación con el primer aspecto mencionado, desde hace algunos años, y desde distintos ámbitos oficiales y empresariales, se ha planteado la necesidad de aumentar la cultura financiera de la ciudadanía. Para el caso español, el Banco de España y la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV) han promovido desde 2008 diversos Planes de Educación Financiera, cuyo objetivo no es otro que la mejora de la cultura financiera de la sociedad española⁵. Según los datos del Informe Pisa 2018 que analiza las competencias financieras (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2018), en España, sus estudiantes muestran unos conocimientos financieros por debajo de la media de los países de la OCDE (en los tres estudios realizados en 2012, 2015 y 2018). Por tanto, los conocimientos financieros en la etapa de secundaria están claramente por debajo de los de los países de nuestro entorno. Teniendo en cuenta el currículo de secundaria y Bachillerato en relación con la materia de Economía, y en concreto, con las finanzas, la base financiera con la que llegan a la etapa universitaria puede considerarse deficiente. Por otra parte, hay que tener en cuenta que según el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato: «El Bachillerato tiene como finalidad

⁴ Agradecemos a las profesoras de Bachillerato Mercedes Martínez, Carmen R. Rodríguez y María Turiel, así como a la profesora de la UCM Pilar Peguero, su colaboración en los diversos proyectos en los que se basa este trabajo.

⁵ Concretamente, son cuatro los planes promovidos: 2008-2012, 2013-2017, 2018-2021 y el último aún en vigor, 2022-2025.

proporcionar formación, madurez intelectual y humana, conocimientos, habilidades y actitudes que permitan desarrollar funciones sociales e incorporarse a la vida activa con responsabilidad y aptitud. Asimismo, esta etapa deberá permitir la adquisición y el logro de las competencias indispensables para el futuro formativo y profesional, y capacitar para el acceso a la educación superior» (artículo 4). A su vez, «se pretende proporcionar a los estudiantes ciertas competencias tales como, entre otras, las competencias de comunicación y digital».

En el ámbito universitario, la incorporación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en 2007 supuso una transformación y adaptación de distintos aspectos, desde el propio diseño curricular hasta las metodologías de aprendizaje y evaluación del conocimiento. Se apostó por la incorporación de metodologías activas, frente a otras más tradicionales, que implican la adquisición de contenidos y competencias por parte del alumnado desde un papel protagonista (De Miguel-Díaz *et al.*, 2006; González y Wagenaar, 2003; Rué, 2007). En este sentido, el cambio hacia metodologías activas en el aula permite una formación en competencias (González y Wagenaar, 2003) que, en nuestro caso, siguiendo las memorias verificadas de las titulaciones en que se han desarrollado los PIEs, pretende contribuir al logro de competencias específicas de la materia, así como alcanzar competencias transversales tales como la capacidad de análisis y síntesis, de comunicación y trabajo en equipo, de búsqueda y selección de información, además de promover el uso de tecnologías de la información y las telecomunicaciones (TIC).

El aprendizaje competencial debe apoyarse en metodologías docentes acordes a tal fin y aunque, como señala Tedesco (2004), el actor principal del proceso de aprendizaje es el propio estudiante, este debe verse orientado y guiado por docentes expertos, en un entorno adecuado en el que estén disponibles todos aquellos instrumentos indispensables para desarrollar las competencias y alcanzar los resultados de aprendizaje fijados en los currícula. Diversos autores consideran que las metodologías activas son una buena herramienta para trabajar competencias transversales para la resolución de problemas aplicados a la vida real (Gómez-Hurtado *et al.*, 2020). Uno de los instrumentos fundamentales que facilita el desarrollo de las competencias son las TIC (Marqués, 2008), que permiten realizar numerosas funciones como fuente de información multimedia, canal de comunicación, medio de expresión y para la creación, medio didáctico, etc.

Ante la evidencia de la carencia de conocimientos financieros de los estudiantes y la necesidad de potenciar las competencias generales citadas

dentro del nuevo marco normativo que rige la enseñanza universitaria, y siempre en el ámbito de nuestra actividad docente, en el curso académico 2014-15 nos planteamos desarrollar un PIE en la UCM consistente en la elaboración de un diccionario audiovisual que recogiera un conjunto de términos financieros esenciales relacionados con los principales activos y productos financieros, así como con los mercados en los que se negocian, y en cuya elaboración participaran estudiantes de Economía y Finanzas de diferentes niveles del sistema educativo, desde Bachillerato hasta Máster. De esa forma, las definiciones en él contenidas se adaptarían al nivel de cultura financiera de cada etapa formativa. Las definiciones se presentaron en formato polimedia, con el fin de trabajar las competencias digitales y también de comunicación, adaptadas a personas con discapacidad auditiva o visual, lo que permitía ampliar la difusión de este y aumentar el grado de sensibilización del estudiantado ante estos colectivos, y se integraron en una web diseñada para tal efecto: <http://finanzasentretodos.es>.

El objetivo principal de este proyecto fue la participación activa de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento específico de la materia (Economía-Finanzas), y el desarrollo de competencias genéricas y transversales, como son la capacidad de análisis y de síntesis, la comunicación y el trabajo en equipo, o la búsqueda de información y el uso de TICs. El proyecto se llevó a cabo a lo largo de dos cursos académicos, 2014-2015 y 2015-2016, con una importante tasa de participación del alumnado que mostró un elevado grado de satisfacción con el proyecto⁶.

Una vez elaborado este diccionario de términos financieros básicos, en el curso 2020-2021 nos planteamos dar un paso más debido a la creciente preocupación, por parte de los organismos supranacionales y nacionales, por lograr que el crecimiento económico sea compatible con un desarrollo sostenible. Ello ha dado lugar a la aparición de canales específicos de financiación de actividades empresariales y proyectos de inversión *sostenibles*, públicos y privados, así como a nuevas estrategias de inversión surgiendo, dentro del área de las finanzas, las denominadas Finanzas sostenibles. En este ámbito aparecen nuevos términos aún muy poco conocidos por el público general y cuya mejor comprensión contribuiría a aumentar las competencias básicas de los alumnos ante el futuro inmediato, además de favorecer una mayor sensi-

⁶ Las memorias de la primera y segunda parte de dicho proyecto están disponibles, respectivamente, en <https://docta.ucm.es/entities/publication/a561e0ae-61d2-49f0-bdec-0b01fc663d29> <https://docta.ucm.es/entities/publication/0ef32bc8-8bad-47a4-a1f3-912ab8d505f8>.

bilización e implicación respecto al logro de los objetivos de sostenibilidad propuestos internacionalmente. Inspirados en esta idea, nos planteamos ampliar el diccionario financiero básico incorporando una parte exclusivamente dedicada a las Finanzas sostenibles. Durante varios cuatrimestres, estudiantes de Máster, Grado y Bachillerato han elaborado definiciones en formato polimedia sobre Finanzas Sostenibles que se han incorporado al diccionario y a la web diseñada en la primera fase, y que hemos empleado como recurso didáctico para valorar en qué medida estos materiales poco convencionales han logrado mejorar el conocimiento de los estudiantes en este ámbito.

Así, en este trabajo expondremos cómo se ha llevado a cabo la elaboración del diccionario *Finanzas entre todos y para todos*, así como los resultados más relevantes sobre el aprendizaje de los estudiantes. El trabajo se organiza como sigue: en la sección II mostramos brevemente el método y los resultados de los PIEs relacionados con el diccionario financiero general; en la sección III nos centramos en los PIEs relativos a las Finanzas sostenibles en los que, al haber mejorado la metodología, se obtienen resultados más interesantes y fiables. Por último, la sección IV resume las principales conclusiones del trabajo.

2. Finanzas entre todos y para todos: fase I, finanzas generales

El punto de partida de nuestro diccionario estuvo en el proyecto de innovación y mejora de la calidad docente titulado «Activos, productos y mercados financieros: entre todos y para todos» aprobado en la convocatoria 2014 de la UCM. Como se ha indicado, nos propusimos la elaboración de un diccionario polimedia con términos de finanzas generales realizado por alumnos de distintos niveles del sistema educativo, esto es, cada término del diccionario incluía, al menos, una definición elaborada por alumnos de Bachillerato, Grado y Máster, contribución novedosa en este tipo de actividad. En una primera etapa se elaboró una lista de 34 términos a incluir en el diccionario y se procedió a organizar los grupos en las aulas en función del número de matriculados. Participaron estudiantes de 2º curso de Bachillerato del IES Antares (100% de participación, al ser una actividad obligatoria), del Grado en Finanzas, Banca y Seguros (86%), del Grado en Economía (72%) y del Máster en Economía de la UCM (60%). Al calcular el nivel de participación como un porcentaje sobre el total de matriculados, consideramos que estos revelan una excelente aceptación del proyecto por parte de los estudiantes.

Una vez asignados los términos a los diferentes grupos, los estudiantes organizaron el trabajo y elaboraron videos de corta duración (se sugería en torno a 1 minuto) en los que explicaban los términos financieros. A continuación, el profesorado organizó seminarios en el horario lectivo para la exposición de los vídeos y cuando un mismo término contaba con más de una definición en un mismo grupo, los estudiantes del grupo seleccionaban mediante votación anónima el vídeo que más les había gustado. Con los vídeos seleccionados para cada término dentro de un determinado nivel del sistema educativo, el equipo docente eligió aquel que le parecía más instructivo y original, siendo este el vídeo que finalmente se colgó en la web del proyecto.

El desarrollo de todo el proceso resultó más sencillo de lo que inicialmente se pensó, sobre todo por la excelente aceptación que tuvo entre los estudiantes participantes. Para valorar los resultados del proyecto, realizamos una encuesta de satisfacción entre los participantes: el 77% de los encuestados consideró que el método empleado (la elaboración de vídeos por parte de los estudiantes) les había permitido aprender más; el 77% recomendaría a los futuros estudiantes que participaran en un proyecto similar a este y el 73% manifestó que la participación en el PIE había elevado su interés por las cuestiones financieras. Estos resultados parecen indicar que las iniciativas que permiten acercar el conocimiento a los estudiantes a través del uso de nuevas tecnologías, además de tener una gran aceptación, son especialmente exitosas y apreciadas entre ellos.

Este proyecto se amplió un curso académico más (2015-2016), lo que permitió añadir nuevos términos a los ya existentes en el diccionario⁷.

A pesar de que los resultados de este proyecto fueron satisfactorios, encontramos algunas debilidades y limitaciones en su desarrollo por lo que decidimos mejorar la metodología de esta experiencia de innovación docente para evaluar su efecto sobre los resultados académicos, diseñando una investigación experimental en el aula con grupos de tratamiento y control. También fue necesario corregir algunos procesos ya que, en no pocas ocasiones, los estudiantes cometían errores conceptuales en las definiciones de los términos que explicaban, posiblemente por falta de una tutela más estrecha en el proceso de elaboración de los vídeos. Además, no habíamos puesto en marcha los mecanismos necesarios para evaluar de forma más sistemática y rigurosa el aprendizaje de los estudiantes con los vídeos y

⁷ El listado de los términos sobre Finanzas generales incluidos en el diccionario puede verse en <https://finanzasentretodos.es/category/finanzas-generales>

si este dependía de su participación activa en el PIE. Estas mejoras, como explicamos a continuación, se implementaron en la fase II del proyecto, dedicado a las Finanzas sostenibles.

3. Finanzas entre todos y para todos: fase II, finanzas sostenibles

3.1. Finanzas sostenibles: primera parte

Este proyecto fue aprobado en el curso 2021-2022 por la UCM (primera parte) y se amplió al curso académico 2022-2023 (segunda parte). Como hemos indicado, la idea fue ampliar el diccionario financiero incluyendo términos específicos del campo de las Finanzas sostenibles, contribuyendo así, desde nuestra función docente, a elevar el conocimiento de los estudiantes sobre la contribución que las finanzas tienen en el logro de un crecimiento económico sostenible.

Aprendiendo de nuestra experiencia en los PIEs de la fase I, la metodología empleada en este proyecto ha seguido varias etapas:

1. Elaboración por parte del profesorado participante en el proyecto de la lista de términos a incluir en el diccionario (treinta y tres términos).
2. Explicación detallada del proyecto a los estudiantes y elaboración de un cuestionario inicial (pre test) sobre algunos de los términos que deberán definir más adelante.
3. Formación de dos grupos de trabajo: uno de trabajo activo (grupo de tratamiento), que elaboraba los vídeos explicativos (buscando información, redactando el guion, editando y maquetando los vídeos) y otro de trabajo pasivo (grupo de control), que solo veía los vídeos. Los grupos de tratamiento se configuraron, en general, con un mínimo de dos alumnos (en algún caso un alumno) y un máximo de tres. Los estudiantes podían elegir el término a definir mediante un formulario en Google Docs y debían enviar el guion del vídeo a la profesora correspondiente antes de realizar el vídeo, con el fin de evitar errores conceptuales en los mismos.
4. Publicación del diccionario con las polimedias en el espacio creado para ello dentro de la web genérica antes citada, <http://finanzasentretodos.com>

dos.es/category/finanzas-sostenibles, subtitulándolas para adaptarlas a las personas con discapacidad auditiva.

5. Todos los grupos, de tratamiento y de control, vieron los vídeos y realizaron posteriormente el cuestionario (post test) propuesto a principio del curso para comprobar el grado de mejora en su conocimiento de los términos sobre Finanzas sostenibles mediante el uso de los vídeos como material formativo.
6. Realización de una encuesta de satisfacción con la actividad.

Resumimos a continuación algunos de los resultados de este proyecto:

- Participación: la tasa de participación de los alumnos respecto al total de matriculados ha sido del 100% en Bachillerato (al tratarse de una actividad obligatoria en este caso), del 68% en el Grado y del 88% en el Máster, lo que consideramos elevado, especialmente en el Grado y Máster, al ser una actividad voluntaria y calcularse el porcentaje sobre el total de matriculados y no de asistentes, que es inferior.
- Satisfacción: se valoró mediante una encuesta a los estudiantes de Grado y de Bachillerato que realizaron los vídeos (el grupo de tratamiento en nuestro análisis experimental). En torno al 60% de los encuestados de ambos niveles manifestaron haber aprendido algo más sobre Finanzas sostenibles. ¿Y cuál fue su opinión respecto del método de aprendizaje? El 57% de los encuestados de Grado y el 60% de los de Bachillerato respondieron que con el método de los vídeos habían aprendido más sobre las Finanzas sostenibles que si se les hubiesen enseñado esos términos en una clase convencional, y el 55% de los estudiantes de Grado y el 49% de los de Bachillerato recomendarían a sus compañeros de cursos posteriores que participasen en este tipo de actividad.
- Competencias: la capacidad de síntesis, comunicación y búsqueda de información queda reflejada en los propios vídeos. En general se observa que, al estar limitada la duración de los vídeos (de media, en torno al minuto y medio), el esfuerzo por sintetizar y comunicar visual y verbalmente es importante, aunque en ocasiones se suple con una exposición de las definiciones demasiado rápida. La creatividad es variable, mayor en el alumnado más joven, como puede observarse en algunos vídeos del grupo de Bachillerato. Por tanto, podríamos considerar que se ha alcanzado el objetivo del proyecto sobre la impli-

cación del estudiante en su propia formación y el desarrollo de competencias genéricas mediante una metodología activa e innovadora.

- Aprendizaje: aunque subjetivamente (por lo que se desprende de sus respuestas en la encuesta de satisfacción) los estudiantes consideraron que habían mejorado sus conocimientos sobre esta materia, para medir de forma objetiva la tasa de mejora en el aprendizaje de los contenidos calculamos la diferencia entre la nota del cuestionario final (post test) respecto de la del cuestionario inicial (pre test) sobre conocimientos de Finanzas sostenibles. Contra intuitivamente, los resultados mostraron que el aprendizaje había sido mayor en el grupo que no hizo vídeo (grupo de control en nuestro experimento) del Grado de Finanzas, Banca y Seguros (FBS), con un 60% de mejora en las calificaciones. En los grupos que hicieron los vídeos (grupos activos, de tratamiento) de los Grados de FBS y Economía, y Bachillerato, las calificaciones solo mejoraron un 34%, siendo mayor el progreso en el grupo del Grado relacionado con el estudio de las Finanzas (FBS), un 55%, que en el de Economía, un 19%, o en Bachillerato, un 41%.

En consecuencia, si bien este método de aprendizaje es valorado positivamente por el estudiantado y los grupos activos aprenden y mejoran determinadas competencias, parece que sólo profundizan en el contenido del término que definen audiovisualmente. Aunque esta materia formaba parte del material evaluable para todos, los resultados muestran que los grupos pasivos «estudian» los vídeos mientras que los grupos activos, especialmente los del Grado en Economía, «estudian» únicamente su vídeo.

3.2. Finanzas sostenibles: segunda parte

En la segunda parte del diccionario de Finanzas sostenibles, curso 2022-2023, se plantearon las siguientes mejoras respecto de la primera parte:

1. Se llevó a cabo un proceso de filtrado, por parte del equipo investigador del proyecto, de las polimedias elaboradas por el alumnado en el curso académico anterior, con el objetivo de seleccionar para el diccionario aquellas que presentaran una mayor calidad.

2. Se reelaboró el cuestionario inicial (pre test) que permitía valorar el conocimiento previo de los estudiantes sobre los términos más habituales de las Finanzas sostenibles. Además, se elaboró un cuestionario adicional para evaluar el efecto de una serie de variables socioeconómicas en el nivel y mejora de los conocimientos del estudiantado. Tanto el cuestionario inicial, como el final y el de dichas variables se realizaron de forma anónima; para ello, los estudiantes añadieron a los mismos un código que nos permitió casar sus respuestas sin conocer su identidad.
3. Se proyectaron en clase los vídeos con el fin de intentar garantizar que los estudiantes los viesen antes de volver a realizar el cuestionario (post test) que hicieron inicialmente y así medir la evolución de su conocimiento de los términos definidos. De esta forma, se pudo plantear una investigación cuasi experimental para contrastar si la actividad docente desarrollada tuvo un impacto positivo en su aprendizaje.

Sobre una muestra de alrededor de 200 estudiantes, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Participación: las tasas de participación fueron bastante heterogéneas, oscilando en un rango entre el 30% y el 100% aproximadamente, dependiendo de las asignaturas. Estas tasas son, en promedio, inferiores a las obtenidas en fases anteriores del proyecto.
- Aprendizaje: en todas las asignaturas salvo en una (la de 3º del Grado en FBS) los alumnos mejoraron sus conocimientos una vez visionados los términos del diccionario audiovisual. No obstante, se aprecian diferencias significativas entre asignaturas/niveles educativos en cuanto a la mejora obtenida en la puntuación de los cuestionarios (diferencia entre la nota del cuestionario final e inicial, valorado sobre 10 puntos). Destaca como especialmente positiva la experimentada por los alumnos de Bachillerato (que en promedio mejoran en casi 4 puntos), Doble Grado en ADE y Marketing (mejora de algo más de 3 puntos) y Máster en Minería de Datos e Inteligencia de Negocios (mejora de algo más de 4 puntos). Diversas razones podrían explicar estos resultados: por lo que respecta a los alumnos de Bachillerato, las preguntas de los cuestionarios eran algo más sencillas, pues les suponíamos un menor conocimiento en materia financiera que a los estudiantes del Grado en Economía, Finanzas o similar; en cuanto a los alumnos del

Máster, su puntuación en el cuestionario de conocimientos previos fue bastante reducida, pues provenían, en general, de estudios de Ingeniería, Matemáticas o Estadística. Precisamente este perfil puede haber facilitado que hayan asimilado en mayor medida los conceptos explicados en los vídeos. Finalmente, en el caso de los alumnos del doble Grado en ADE y Marketing, recibían una «recompensa» en la calificación de la evaluación continua si mejoraban su puntuación en el cuestionario final, lo que representaba un incentivo claro para dedicar más atención al visionado de las polimedias⁸.

- Aprendizaje y variables socioeconómicas: si bien valorar si existe alguna vinculación entre las variables socioeconómicas y la mejora en los conocimientos de los estudiantes a través de esta actividad es un tanto aventurado, quizás podría destacarse que en la única asignatura en la que los alumnos empeoraron su puntuación (la asignatura de 3º del Grado en Finanzas, Banca y Seguros), el nivel de conocimientos financieros de los padres es menor, al igual que el porcentaje de madres con estudios universitarios o superiores. También estos estudiantes parecen estar menos implicados en la preservación del medio ambiente.
- Satisfacción: las encuestas de satisfacción muestran que la percepción entre el alumnado de que esta experiencia educativa ha mejorado su aprendizaje por encima de lo que habría supuesto el uso de metodologías tradicionales es bastante elevada (por encima del 60% en la mayor parte de los casos y superior al 90% en los grupos de Bachillerato). Es de destacar, además, que la percepción subjetiva de los estudiantes, medida a través de sus respuestas a la encuesta de satisfacción antes de conocer su puntuación en el cuestionario final, y el grado de aprendizaje objetivo, medido a través de la mejora en la puntuación entre los cuestionarios inicial y final, coinciden en gran manera (con una correlación del 0,86).
- Por lo que respecta a otro de los objetivos propuestos en este proyecto: promover, mediante el conocimiento adquirido con esta experiencia educativa, una mayor sensibilización del alumnado hacia los temas vinculados con la sostenibilidad, consideramos que ha sido ampliamente alcanzado, ya que la suma de respuestas «mucho más» y «algo

⁸ Lógicamente, en este grupo los cuestionarios inicial y final no fueron anónimos, ni tampoco cumplieron la encuesta de variables socioeconómicas.

más» en la encuesta de satisfacción supone, como mínimo, el 70% de las respuestas de los estudiantes en todas las asignaturas consideradas situándose, de nuevo, por encima del 90% en el caso de los alumnos de Bachillerato.

4. Conclusiones

La adaptación a las nuevas metodologías docentes del EEES, así como la deficiente cultura financiera de muchos de nuestros estudiantes nos impulsó a idear una forma innovadora de aprendizaje de los principales conceptos financieros, tanto de Finanzas generales como de Finanzas sostenibles. Para ello, y con el apoyo de cuatro Proyectos de Innovación Educativa de la UCM, propusimos la elaboración de un diccionario audiovisual de estos términos elaborado por los propios estudiantes de distintos niveles del sistema educativo: Bachillerato, Grado y Máster.

Respecto a los resultados que se derivan de utilizar esta experiencia de innovación educativa para mejorar el conocimiento del estudiantado, nos ceñimos a la fase centrada en las Finanzas sostenibles, ya que en la primera fase (sobre Finanzas generales) no se midió el grado de aprendizaje. Las principales conclusiones que se pueden extraer son las siguientes: en primer lugar, la conveniencia de nuestros PIEs se justifica en el escaso conocimiento previo sobre las Finanzas sostenibles que presentaba el estudiantado en los dos cursos académicos en los que se ha realizado el proyecto (2021-2022 y 2022-2023), a tenor de la puntuación obtenida en el cuestionario inicial. En segundo lugar, se pone de manifiesto un resultado sorprendente (curso 2021-2022): aprenden más los estudiantes que ven los vídeos pero no los realizan; una explicación podría ser que los que hacen los vídeos solo estudian el suyo, mientras que los que los ven estudian todos los vídeos por igual. En tercer lugar (curso 2022-2023), los estudiantes que obtienen la mejora más alta en su nivel de conocimientos son los de Máster, en general procedentes de grados no relacionados con la economía, y los de doble grado, en los que dicha mejora iba ligada a la nota de la evaluación continua.

En cuanto al nivel de satisfacción del estudiantado, los resultados son buenos, más elevados en la primera fase que en la segunda, quizá porque cuando se inició el proyecto en 2014 la realización de vídeos por parte de los alumnos era mucho menos frecuente de lo que es actualmente. La buena acogida que

ha tenido esta actividad educativa entre los estudiantes de Bachillerato en ambas fases, no solo puesta de manifiesto por sus respuestas en las encuestas de satisfacción sino también por la información que nos hicieron llegar en este sentido las profesoras de Bachillerato que han colaborado en este proyecto, nos lleva a considerar que también hemos cubierto otro de los objetivos que nos proponíamos al plantear dicho proyecto: establecer vínculos entre el Bachillerato y la universidad y difundir los Grados de Economía, Finanzas y similares entre los estudiantes de enseñanzas medias.

Por lo que respecta al objetivo de contribuir a mejorar la educación en materia de Finanzas sostenibles del público en general, consideramos que también ha sido alcanzado. Cabe señalar que la web de acceso abierto en la que se encuentra alojado el diccionario audiovisual, <https://finanzasentretodos.es/>, ha recibido un número elevado de visitas de fuera de España. Además, hemos difundido el proyecto entre los alumnos de la Universidad para Mayores de la UCM, en la que varias de las profesoras del equipo imparten docencia, y hemos incorporado conceptos de Finanzas sostenibles dentro de las materias que les explicamos.

Referencias bibliográficas

- De Miguel-Díaz, Franciso Mario (coord.) 2006. *Metodologías de enseñanzas y aprendizaje para el desarrollo de competencias: Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: Alianza Editorial.
- Gómez Hurtado, Inmaculada, María Pilar García Rodríguez, Inmaculada González Falcón y Jose Manuel Coronel Llamas. 2020. “Adaptación de las Metodologías Activas en la Educación Universitaria en Tiempos de Pandemia”. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(3), 415-433. <https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.3.022>.
- González, Julia y Robert Wagenaar (eds.). 2003. *Tunning Educational Structures in Europe. Informe Final*. Parte 1. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Marquès, Pere. 2008. «Les TIC a l'educació social: Entorns de treball i exemples d'ús». *Revista Quaderns d'Educació Social* 12, 159-173.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. 2018. *Informe español. PISA 2018. Competencia financiera*. Disponible en <https://sede.educacion.gob.es/publiventat/>

pisa-2018-competencia-financiera-informe-espanol/organizacion-y-gestion-educativa/23973

Rué, Joan. 2007. *Enseñar en la Universidad: El EEES como reto para la Educación Superior*. Vol. 16. Madrid: Narcea Ediciones.

Tedesco, Juan Carlos. 2004. *Educación en la sociedad del conocimiento*. Argentina: Fondo de Cultura Económica.

Uso de Instagram como herramienta de aprendizaje en las materias artísticas del Grado de Periodismo

Violeta Izquierdo Expósito¹

Resumen. La incorporación de las nuevas tecnologías y las redes sociales a la docencia universitaria permite al profesorado enseñar desde la creatividad y el espíritu crítico. Son recursos que facilitan la adquisición del conocimiento y supone un aprendizaje significativo y constructivo. El uso de Instagram en las asignaturas de arte en el Grado de Periodismo permite divulgar y fomentar el aprendizaje del arte contemporáneo de una manera divertida y próxima a los usos y costumbres digitales del alumnado actual.

Palabras clave: Instagram; arte; periodismo; enseñanza; aprendizaje.

1. Introducción

La incorporación de las nuevas tecnologías y las redes sociales a la docencia permite al profesorado enseñar desde la creatividad y el espíritu crítico. Son recursos que facilitan la adquisición del conocimiento y supone un aprendizaje significativo y constructivo.

Instagram es una aplicación y red social de origen estadounidense que fue lanzada en octubre de 2010. Desde su creación, su popularidad ha crecido exponencialmente, y en la actualidad tiene casi 600 millones de seguidores en todo el mundo. Instagram es un medio de comunicación donde todas las personas pueden publicar fotografías y vídeos temporales a su perfil, agregando variados filtros y efectos, de manera permanente y también se pueden hacer «historias destacadas» con máxima de permanencia de 24 horas. Además de cuentas personales, existen miles de cuentas dedicadas a contenidos de distin-

¹ Departamento de Periodismo y Comunicación Global, Facultad de Ciencias de la Información, Universidad Complutense de Madrid.

ta índole, entre ellas las culturales y educativas. Es precisamente esa finalidad la que nos interesó explorar con esta propuesta de innovación docente.

Se trata de una herramienta dinámica que mejora la participación del alumnado en clase y que proporciona interesantes apreciaciones sobre sus conocimientos, aprendizaje y también gusto personal, ayudando a los docentes a tener una visión sobre la adquisición de los contenidos trabajados.

Con este recurso buscamos divulgar y fomentar el aprendizaje del arte contemporáneo de una manera divertida y próxima a los usos y costumbres digitales del alumnado actual. Las distintas publicaciones que se realizan están relacionadas con los contenidos teóricos que se imparten durante el curso en las asignaturas artísticas. Se explican los movimientos artísticos y se *postea* a los principales artistas con sus obras más importantes. Un total de nueve imágenes en cada *post* que es lo que permite la aplicación. El proceso de participación para los estudiantes consiste en contestar las preguntas formuladas relativas a la identificación de las imágenes y los comentarios sobre las obras.

El carácter digital del proyecto le atribuye una importante capacidad de difusión, de manera que los profesores y el alumnado de las materias artísticas del Grado de Periodismo tienen a su disposición en red todos los contenidos de manera permanente. Igualmente usuarios interesados, profesorado y estudiantes de otras facultades pueden consultar estos contenidos colgados en abierto en la plataforma Instagram, lo que contribuye a la expansión y transmisión del mismo.

Este proyecto es continuación de cuatro anteriores basados en la utilización de recursos tecnológicos y que han tenido un notable seguimiento y éxito en la comunidad universitaria. En la convocatoria del curso 2016-2017 presentamos ARTENEA: Utilización de las Redes Sociales como apoyo a la Docencia Universitaria en el área de Periodismo y Arte (Nº64). Desarrollo de recursos propios en Internet para fomentar el aprendizaje. El resultado del mismo fue la creación del blog especializado en materias de arte www.artenea.es, una publicación en la que el alumnado publica sus trabajos (artículos, reportajes, entrevistas, críticas, videos...). La publicación tiene 5500 seguidores y se ve en más de 40 países en el mundo. Igualmente se crearon redes sociales como Facebook (1809 seguidores) Twitter (3082 seguidores).

Durante el curso 2019-2020 presentamos el proyecto REDIAC: Repositorio Digital de Imágenes de Arte Contemporáneo y Espacio/Arte (Nº24). Recursos educativos para el Aprendizaje en la Educación Superior [<https://maccomplutense.wixsite.com/rediac>] es un banco de imágenes, un espacio

tecnológico que sirve para preservar, gestionar y difundir información artística, y se sustenta en un principio de acceso abierto, es decir, una filosofía que les permite a los usuarios «leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar, o enlazar las imágenes», de manera que resulta de gran utilidad para estudiosos, investigadores y amantes del arte en general.

En el curso 2020-2021 desarrollamos REAVAC: Repositorio Audiovisual de Arte Contemporáneo (Nº373), un canal de videos en Youtube relacionado con las materias artísticas impartidas en el Grado de Periodismo. Estos materiales didácticos han sido creados por y para el alumnado, siendo un excelente recurso para su aprendizaje y formación en la materia de la asignatura como para su familiarización con las herramientas tecnológicas. Cuenta con 181 videos disponibles en abierto y 1300 seguidores en el canal [<https://www.youtube.com/c/ArteneaUCM>].

En el año académico 2021-2022 pusimos en marcha el proyecto «Herramientas digitales para el aprendizaje y la evaluación en materias artísticas: Kahoot» (Nº 103). Con este recurso elaboramos una batería de test para utilizar en las materias artísticas impartidas en Periodismo. Estos cuestionarios tuvieron una doble finalidad: la primera medir el nivel de conocimientos con los que los estudiantes acceden a estas materias al comienzo del curso y el nivel adquirido al finalizar la materia; y en segundo lugar, pudimos hacer evaluaciones durante todo el curso que nos permitieron conocer el progreso y la adquisición de conocimientos de nuestros estudiantes

2. Objetivos y metodología

El objetivo general del proyecto fue la utilización de la red Instagram para la enseñanza y el aprendizaje de contenidos artísticos relacionados con las materias artísticas de Periodismo. Este objetivo general se despliega en varios objetivos específicos:

1. Disponibilidad de una amplia y accesible galería de imágenes para la asignatura de Movimientos Artísticos Contemporáneos
2. Disponibilidad de una amplia y accesible galería de imágenes para la asignatura de Arte Español Contemporáneo.

Partimos de la inexistencia de materiales propios y específicos relacionadas con estas materias lo que nos lleva a la cubrir esa necesidad con la crea-

ción de un repositorio de imágenes adaptado a nuestras exigencias, reforzar esos contenidos de manera periódica y que ello nos lleve a la participación activa de los estudiantes

La metodología y el plan de trabajo empleados tienen en cuenta las necesidades del proyecto: teóricos, documentales y tecnológicos para dar cumplimiento a cada una de las tareas propuestas.

- Teóricos: definición de temas y elección de artistas.
- Documentales: búsqueda de imágenes artísticas.
- Tecnológicos: *posteado* en Instagram atendiendo al desarrollo de los contenidos teóricos, movimientos artísticos y artistas a lo largo del curso.

Para seguir en la línea marcada en los otros proyectos de innovación docente e imagen de marca se continua con el nombre escogido en las otras propuestas, ahora en la nueva red (@arteneaucm).

3. Desarrollo y resultados

Descripción del contexto y los participantes

Alumnado de las asignaturas artísticas en el tercer curso del Grado de Periodismo en la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense de Madrid. Contamos con tres grupos de Movimientos Artísticos Contemporáneos y tres grupos de Arte Español Contemporáneo. A razón 65 alumnos por grupo, estimamos llegar durante el curso a un mínimo de 390 estudiantes durante el año académico 2023-2024.

Desarrollo de la actividad

El plan de trabajo se ha realizado en torno a los objetivos teóricos marcados inicialmente y que incluyen un total de trece temas relativos al arte contemporáneo: impresionismo, postimpresionismo, modernismo, pintura entre dos siglos, escultura entre dos siglos, fauvismo, expresionismo, cubismo, futurismo, dadaísmo, abstracción geométrica, realismo, surrealismo.

Sobre estos temas se plantean dos estrategias diferentes, una relativa a los movimientos y otra referente a los artistas y sus obras. De tal manera que en el primer caso se procede a documentar el movimiento, escoger la imagen de cabecera, elaborar la documentación sobre el movimiento, sus principales características, y artistas más destacados. Seguidamente se procede a publicar estos contenidos en la red Instagram y se proponen acciones en clase para fomentar la participación y el uso de este recurso. Entre ellas comentarios y aportaciones al movimiento.

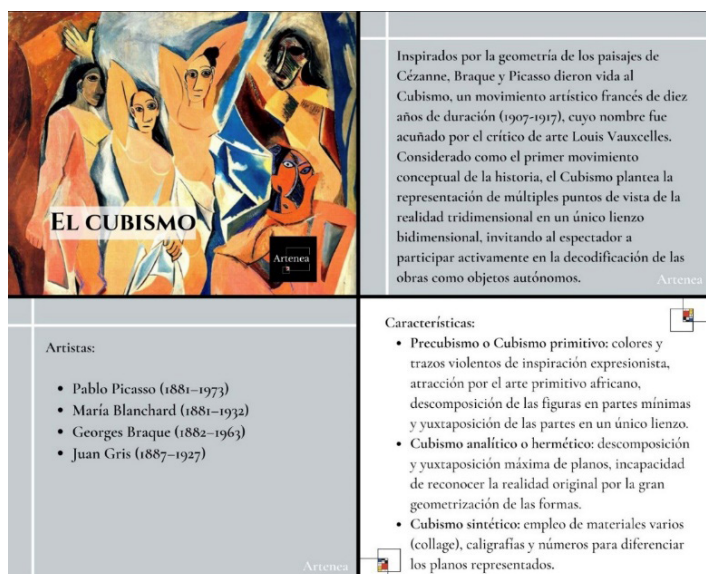


Figura 1. Ejemplo de publicación relativo a un movimiento artístico contemporáneo, *El Cubismo* (1907-1914).

En el paso dos se procede a publicaciones individuales sobre los artistas más destacados de cada movimiento, escogiendo imágenes sobre el artista, haciendo una presentación sobre su biografía, las características determinantes de su estilo y una selección de las obras más representativas, en las que se incluyen los títulos y el año de ejecución. Posteriormente se promoverá que el alumnado comente esas obras e incluya sus valoraciones sobre las mismas.



Figura 2. Ejemplo de publicación relativo a una artista, *Frida Kahlo* (1907-1954).

Los resultados obtenidos hasta el momento son significativos tanto en la evolución de los contenidos como en la respuesta recibida de los estudiantes, así como de los seguidores obtenidos. El número total de movimientos publicados es de trece, siendo 61 el número de artistas incluidos, de los cuales se han publicado un total de 434 obras en 421 *post*. El número de seguidores a fecha de hoy es de 2966, una cifra que no dejará de aumentar, de seguir en la misma tendencia actual.

Nº total de movimientos	13
Nº total de artistas	61
Nº total de obras	434
Nº total de <i>post</i>	421
Nº total de seguidores	2966

En cuanto a la evolución de los seguidores, las estadísticas extraídas de la propia red nos hablan de un constante incremento de seguidores que previsiblemente van más allá del alumnado de nuestras aulas. El aumento es más notable en el mes de septiembre, entre otras cosas, porque coincide con el inicio de curso y la puesta en marcha del proyecto en las clases. En los siguientes meses se observa un seguimiento permanente e interés por parte de los seguidores, constatado en los comentarios y en los «me gustas» obtenidos en cada publicación.

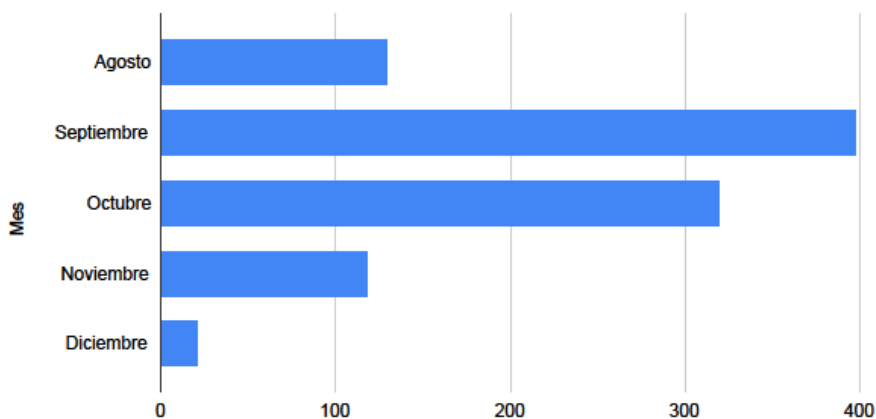


Figura 3. Estadísticas del número de seguidores. Fuente (página de Instagram @arteneaucm)

4. Conclusiones

El desarrollo de nuevos métodos de docencia y aprendizaje basados en las tecnologías supone una buena predisposición por parte del profesorado. El docente se convierte en guía y facilitador de recursos que permiten incrementar la calidad del proceso formativo, la consecución de objetivos y el consiguiente nivel de satisfacción y motivación de estudiantes y profesores.

Incorporar el uso sistemático e innovador de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje para elaborar instrumentos y recursos de aprendizaje virtual más eficaces, nos ha permitido organizar la enseñanza en función de las competencias que los estudiantes deben adquirir.

Hemos conseguido una mayor implicación del estudiante en procesos en los que deben tener un papel más activo, desarrollando estrategias que incrementen la interactividad profesor-alumno, la actualización del conocimiento, así como elevar los índices de motivación y participación.

Este trabajo es una propuesta que busca una transferencia educativa a los estudiantes, profesores de nuestras facultades, centros y también entidades externas, pero también entendemos que es una innovación educativa abierta que permite la transferencia del conocimiento a la sociedad y el sistema productivo.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con un Proyecto de Innovación docente (Nº 352) convocatoria 2023-2024 de la Universidad Complutense de Madrid.

Referencias bibliográficas

Bernal-Lozada, Andrea. 2022. «El uso de Instagram para promover la interacción entre los estudiantes». *RedELE: Revista electrónica de didáctica español lengua extranjera* nº 34: 178-198.

Del Moral, María Ester y Lourdes Villalustre. 2010. «Formación del profesor 2.0: Desarrollo de competencias tecnológicas para la escuela 2.0». *Magister. Revista Miscelánea de Investigación* nº 23: 59-70.

Moragrega, Inés, Raúl Ballestín y Patricia Mesa. 2021. «El uso de las redes sociales en la docencia universitaria: estudio piloto con Instagram». En *Nuevos retos educativos en la enseñanza superior frente al desafío COVID-19*, coord. por Rosana Satorre Cuerda, 229-242. Barcelona: Octaedro.

Pérez-Rueda, Alfredo, Daniel Belanche y Narciso Lozano. 2019. «Instagram como herramienta de aprendizaje en el aula universitaria». En *IN-RED 2019. Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*, 198-210. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València. Doi: <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2019.2019.10371>

Salazar-Martínez, Eduardo, Mauricio Serrano-Brazo, Eduardo Fernández-Ozcorta, Jesús Salado-Tarodo, Rafael Ramos-Véliz, Alberto Sánchez y Francisco Álvarez. 2023. «Implicaciones del uso de la red social Instagram como recurso docente en el alumnado universitario». *Revista Campus Virtuales* 12, nº2: 127-135. Doi: <https://doi.org/10.54988/cv.2023.2.1226>

Inteligencia artificial generativa como recurso en los procesos de enseñanza y aprendizaje en educación superior

J. Ignacio Pichardo¹; Oriol Borrás-Gené²; Pablo Santoro Domingo³; Laura Martínez Álvaro⁴; David Carabantes-Alarcón⁵

Resumen. Este estudio explora el uso por parte de alumnado y profesorado de herramientas conversacionales basadas en inteligencia artificial (IA) como medio para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior. El estudio, llevado a cabo por un equipo interdisciplinar de la Universidad Complutense de Madrid y la Universidad Rey Juan Carlos, analiza las aportaciones e impresiones cualitativas de docentes y estudiantes sobre la cuestión. Los hallazgos revelan que, aunque las herramientas de IA ofrecen un potencial significativo en la innovación pedagógica, también presentan desafíos en términos de riesgos y necesidad de formación especializada para un uso crítico de las mismas. El artículo subraya la creciente importancia de la IA en la educación y aboga por su integración reflexiva con el fin de enriquecer las experiencias educativas y preparar a las y los estudiantes para un futuro en el que estas tecnologías ocuparán una mayor parte de su cotidianidad.

Palabras clave: Inteligencia artificial en la universidad; ChatGPT; innovación pedagógica; TIC en educación superior.

¹ Departamento de Antropología Social y Psicología Social, Universidad Complutense de Madrid.

² Departamento de Informática y Estadística, Universidad Rey Juan Carlos de Madrid.

³ Departamento de Sociología: Metodología y Teoría, Universidad Complutense de Madrid.

⁴ Departamento de Organización de Empresas, Universidad Complutense de Madrid.

⁵ Departamento de Salud Pública y Materno-Infantil, Universidad Complutense de Madrid.

1. Introducción

El lanzamiento de una versión en abierto de ChatGPT de OpenAI a finales de 2022 ha colocado el impacto de la inteligencia artificial (IA) en el centro de los debates sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje en general y, específicamente, en el ámbito de la universidad. Esta realidad está ya redefiniendo las prácticas pedagógicas y coloca tanto al profesorado como al alumnado ante nuevos desafíos no solo a nivel internacional, sino también en el ámbito español. Algunas de estas cuestiones se pusieron a debate en el conversatorio que se llevó a cabo en la Universidad Complutense de Madrid el 20 de febrero de 2023 bajo el título «La robotización del trabajo intelectual: impacto y perspectivas de la inteligencia artificial (IA/ChatGPT) en docencia e investigación». En este encuentro surgieron desafíos como el rol de la IA en los procesos de evaluación en forma de exámenes, resúmenes, ensayos o trabajos de curso, las limitaciones que la IA puede plantear al desarrollo de un pensamiento crítico o el riesgo de censura de estas plataformas. Al mismo tiempo, también quedó de manifiesto que -al igual que ocurrió con la aparición de las calculadoras o la Wikipedia- estamos ante innovaciones tecnológicas que han llegado para incorporarse a la sociedad en general y a la universidad en particular y que, más allá de los retos que plantean, presentan también numerosas posibilidades que pueden ayudar a los y las estudiantes a adquirir conocimientos de manera más eficiente y a desarrollar habilidades importantes para su futuro desempeño profesional. El potencial de las tecnologías de IA para extender los horizontes educativos es ampliamente reconocido, con un creciente cuerpo de investigación que respalda su uso para enriquecer las experiencias de enseñanza y aprendizaje.

En particular, el uso de estas herramientas en la enseñanza superior puede contribuir significativamente al fomento del aprendizaje autónomo en el alumnado, permitiéndoles tener acceso a información y recursos de manera rápida y eficaz. Además, constituyen recursos valiosos para la participación y el trabajo colaborativo, ya que permiten la interacción en tiempo real entre los estudiantes y la retroalimentación constante con el profesorado en propuestas como las de aula invertida. La IA tiene pues el potencial de transformar la educación, ofreciendo caminos inexplorados hacia la innovación pedagógica. Partiendo de esa premisa, un grupo de 33 miembros de la comunidad educativa (27 docentes, 5 estudiantes y 1 representante del personal técnico, de gestión y de administración y servicios) presentamos una propuesta a la convocatoria de Proyectos de Innovación Innova-Docencia del Vicerrectorado de

Calidad de la Universidad Complutense de Madrid para el curso 2023-2024 bajo el título «Integración de la inteligencia artificial en la educación superior a través del uso de herramientas conversacionales y chats para promover la participación colaborativa y la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje», que fue finalmente aprobada.

En el contexto de este proyecto, se explora la capacidad de estas herramientas para mejorar la participación y los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como para fomentar la colaboración entre educadores y estudiantes. En esta línea, el presente estudio analiza la implementación de herramientas de IA como ChatGPT de OpenAI, Bing de Microsoft y Bard de Google, entre otras, para evaluar su impacto en el aprendizaje y la preparación de contenidos educativos, construyendo sobre los cimientos de proyectos «Innova Docencia» previos, en los que habían colaborado buena parte de los miembros de esta propuesta interdisciplinar.

Este texto se adentra en la evaluación práctica de las herramientas de IA en la educación, reconociendo tanto sus posibilidades como sus limitaciones, con el objetivo de contribuir al cuerpo de conocimiento sobre la integración efectiva de la IA en el ámbito educativo y fomentar el desarrollo de futuras líneas de investigación y prácticas educativas innovadoras. La investigación aborda cómo la IA puede provocar un pensamiento crítico y ofrecer oportunidades de aprendizaje autónomo, así como su rol en la preparación y retroalimentación de contenidos. Este artículo reflexiona sobre la adopción de estas tecnologías por parte de docentes y estudiantes, identificando sus usos, así como algunos beneficios percibidos y los retos enfrentados, para subrayar la necesidad de un diálogo abierto sobre su implementación efectiva.

2. Metodología

En el marco del citado proyecto, se procedió a presentar y proponer a docentes y estudiantes participantes el acceso a diversas plataformas y recursos que permiten la aplicación de la inteligencia artificial a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Aunque el foco se ha puesto sobre ChatGPT, se han explorado otras posibilidades como Bard, DALL-E, Bing, Copilot, Perplexity o Firefly, entre otras. Este acceso se complementó con formaciones sobre estas herramientas y reuniones en las que profesorado y alumnado participante han ido compartiendo sus experiencias. Un elemento fundamental del proyecto

ha sido el diseño de un cuestionario para docentes y otro para estudiantes con el fin de conocer el uso que realizan o no de la IA generativa en sus procesos de enseñanza y aprendizaje, así como sus impresiones sobre la misma. El primer cuestionario fue distribuido en octubre de 2023 entre el profesorado participante en el proyecto y respondido por 21 docentes (N=21) de la Universidad Complutense y la Universidad Rey Juan Carlos, ambas de Madrid. En el caso del cuestionario para estudiantes, fue distribuido en noviembre y diciembre de 2023 por varios docentes participantes entre su alumnado, con un total de 354 respuestas (N=354) de grado y máster de variadas disciplinas de ciencias, ciencias sociales, humanidades e ingenierías de ambas universidades, con aproximadamente dos tercios de respuestas de mujeres y un tercio de varones. En este artículo hacemos un análisis cualitativo de las respuestas discursivas a las preguntas abiertas que se hicieron en ambos cuestionarios sobre las impresiones y usos de la IA que el alumnado y el profesorado participante en la muestra han aportado. En ambos casos, estamos hablando de un acercamiento cualitativo, por lo que se trata de una muestra que no pretende la representatividad estadística, sino que se ha primado la diversidad para ofrecer un panorama de carácter exploratorio con datos significativos sobre los usos emergentes que ambos colectivos están haciendo de esta tecnología. Como no podía ser de otra manera, teniendo en cuenta el objeto de estudio de este trabajo, se han utilizado herramientas de IA como ChatGPT y los recursos de IA de Mentimeter y Wooclap para asistir el análisis y la redacción final de este texto.

3. Resultados

A. Profesorado

La incorporación de la inteligencia artificial en la educación superior está marcando un punto de inflexión en las metodologías de enseñanza y aprendizaje, siendo percibida como una oportunidad de innovación docente por un sector del profesorado. Los y las docentes, al integrar la IA en sus estrategias didácticas, están no solo transformando la manera en que enseñan, sino también viendo cómo los estudiantes aprenden y procesan la información. Esta transición hacia una educación que incluye el uso cada vez mayor de tecnologías está impulsada por la creciente accesibilidad y sofisticación de las

herramientas de IA, así como por un reconocimiento de sus potenciales beneficios en la educación. Baidoo-Anu y Owusu Ansah, por ejemplo, exploran el potencial del ChatGPT en la promoción de la enseñanza y el aprendizaje, subrayando los beneficios de la IA en la educación. Parte del profesorado universitario está utilizando ya la IA para una variedad de propósitos en sus clases y, a partir de las respuestas proporcionadas en este estudio, se pretende aquí obtener una visión más completa de cómo la IA está siendo integrada en la práctica docente. A continuación, se detallan algunos de los hallazgos recogidos sobre su uso práctico en la enseñanza y el aprendizaje por parte de las profesoras y profesores que participaron en el proyecto.

Uno de los aspectos clave observados es la **brecha en el conocimiento y la actitud hacia la IA**. Varios docentes reconocen una falta de conocimiento sobre cómo aplicar la IA en el aula, pero esto se ve compensado por un marcado interés en aprender y adoptar estas tecnologías. Esta tendencia resalta la necesidad de una formación continua y especializada para el profesorado en el ámbito de la IA, que es considerado crucial para su implementación efectiva. En este sentido, se apunta a la responsabilidad de las instituciones universitarias en implementar la formación sobre estas cuestiones. Se enfatiza que esta formación no puede reducirse al envío de meros recopilatorios o repositorios de videos y documentos sobre la incorporación de esta herramienta al aula o masivas formaciones en línea, sino que se apunta la necesidad de apostar también por formaciones presenciales con grupos más reducidos donde el profesorado pueda aprender haciendo y tenga el apoyo de personas formadoras que vayan respondiendo a sus dudas y adaptándose a sus necesidades.

Desde el proyecto de innovación hemos tenido acceso a guías materiales de formación que se han propuesto desde instituciones y universidades. Así mismo, se llevó a cabo una formación presencial impartida por Cçesar Poyatos, de la Universidad Autónoma de Madrid, con un grupo reducido de una veintena de docentes en la que, efectivamente, se pudo llevar a cabo esta experiencia de poder generar un aprendizaje colaborativo a través de la participación de toda la audiencia. Esta formación se ha visto complementada por una formación síncrona y en línea proporcionada por Wooclap, en la que el profesorado ha tenido la oportunidad de conocer las oportunidades que ofrece la incorporación de la IA a este *software* en línea para promover la participación y el aprendizaje colaborativo del alumnado.

El hecho de que Wooclap y Mentimeter ofrezcan recursos basados en IA ha mostrado su eficacia en términos de **automatización de procesos**, ya que facilitan el tratamiento de datos y la sistematización en la recopilación y aná-

lisis de respuestas de los estudiantes, lo que a su vez simplifica el proceso de retroalimentación y evaluación. En el caso de Wooclap, se ha utilizado su recurso de IA para la generación de preguntas automatizadas que pueden realizarse a partir de presentaciones, textos, vídeos o audios preexistentes. Esto permite producir de forma rápida preguntas y *quizzes* para una interacción más dinámica en las clases, con una menor inversión de tiempo y esfuerzo por parte del profesor o profesora. En cualquier caso, se señala que es imprescindible la revisión por parte del profesorado de los materiales y propuestas que surgen a partir de la IA generativa de estas plataformas.

La **preparación de contenido** para los cursos y clases es otro ámbito en el que el profesorado participante entiende que la IA puede tener un impacto significativo. Varios docentes están utilizando estas herramientas para mejorar la calidad y eficiencia del material educativo, como la elaboración de casos de estudio y la posibilidad de generar explicaciones detalladas que se pueden ajustar de forma más sencilla a las necesidades específicas de cada estudiante, lo que permite una personalización más profunda del contenido didáctico. La multifuncionalidad de la IA no solo ofrece la oportunidad de generar textos, sino otros productos que están siendo utilizados por el profesorado, como la generación de imágenes, presentaciones e incluso de videos o audios a partir del *input* textual, imágenes, videos o audios que el docente provee a diferentes herramientas generativas, que acaban proporcionando recursos muy útiles para mejorar la presentación y la comprensión del contenido del curso. Por otro lado, y en lo que tiene que ver con el contenido, el profesorado también está utilizando la IA para realizar búsquedas de información detallada y consultas de cuestiones que tienen que ver con su temario.

Varios docentes comentan que están integrando de manera significativa la IA al invitar a sus estudiantes a que la utilicen en la **realización de trabajos académicos**. En este contexto, se les anima, por un lado, a explicitar el uso o no de estas herramientas en diversas tareas, como pueden ser notas de lectura, resúmenes, reseñas, ensayos o trabajos finales y, por otro lado, a explicar los fines con los que la han utilizado (para mejorar la redacción, resumir textos, comparar respuestas, ampliar información y otros que detallaremos en el siguiente epígrafe). Consideran que esta práctica no solo mejora la transparencia y responsabilidad en el proceso académico, sino que también impulsa a las y los estudiantes a reflexionar críticamente sobre el papel de la tecnología en su aprendizaje. Al hacerlo, los prepara para un entorno profesional cada vez más influenciado por la tecnología, fomentando el desarrollo de habilidades críticas y un conocimiento de las aplicaciones de la IA. Una buena

práctica es proponer al estudiantado comparar el uso de herramientas de IA generativa con otros recursos disponibles para poder contrastar los resultados de ambos y evaluar el alcance y validez de los datos ofrecidos por la IA.

En el campo de la **innovación pedagógica**, las y los profesores están experimentando con la generación de actividades y enfoques pedagógicos novedosos. La capacidad de estos sistemas para analizar grandes volúmenes de datos y generar *insights* útiles está permitiendo a los docentes diseñar actividades de aprendizaje más dinámicas y personalizadas. Por ejemplo, la IA puede ayudar a identificar tendencias en las respuestas de los estudiantes a ciertos tipos de preguntas, lo que a su vez puede guiar la creación de materiales didácticos más enfocados. Entre las opciones futuras para su uso docente –aunque aún no están ampliamente disponibles– se apuntan los sistemas de tutoría inteligente y las plataformas de aprendizaje adaptativo. Estas herramientas personalizan la experiencia educativa, permitiendo a los estudiantes profundizar en sus áreas de interés y fortalecer sus debilidades de manera más eficaz.

Una cuestión que plantea retos éticos es la posibilidad de que **parte de la evaluación sea llevada a cabo con la ayuda de la IA**. Si bien existe una opinión generalizada de que no se puede dejar exclusivamente en manos de estas herramientas, se sugieren posibilidades como su uso para la generación de rúbricas, la calificación de cuestionarios de respuesta múltiple o la automatización de ciertas tareas como el seguimiento de entrega de trabajos por parte del alumnado.

La adopción de herramientas de IA en la educación superior por parte del profesorado ya está comenzando, pues, a transformar la manera de enseñar y aprender. La literatura actual sobre la IA en la educación superior respalda estas observaciones, destacando la creciente importancia de la IA en el ámbito educativo. Estas prácticas subrayan la necesidad de una mayor investigación y desarrollo en este campo.

B. Alumnado

La experiencia educativa de las y los estudiantes también se está viendo afectada por la irrupción de la IA, como se evidencia en los comentarios de respuesta a nuestro cuestionario. Varios docentes del proyecto han fomentado en sus clases un **debate abierto sobre la IA y su uso en el ámbito educativo**,

lo que promueve entre el alumnado una mayor comprensión de su rol en la educación. Esto ha permitido, por una parte, un acercamiento crítico a esta tecnología y, por otra, conocer su potencialidad para expandir el conocimiento en una variedad de temas o como facilitadora de conocimientos más y diversos. Por ejemplo, en asignaturas como Filosofía o Geografía Política, los y las estudiantes han desafiado a la IA con preguntas complejas para observar la coherencia y profundidad de sus respuestas. De hecho, plantear al alumnado el ejercicio de **comparación de respuestas generadas por la IA** con las elaboradas por los propios estudiantes ha sido una práctica común. Esta actividad ha permitido a los estudiantes evaluar la información proporcionada por la IA, fomentando un enfoque reflexivo hacia la tecnología y una actitud de comprobar el grado de precisión, veracidad o alcance de los resultados que ofrecen herramientas como ChatGPT.

Las opiniones de estudiantes sobre el uso de la IA en el aprendizaje universitario reflejan una gama variada de perspectivas, desde la preocupación por el plagio, la autenticidad y la privacidad, hasta la apreciación por la eficiencia y el apoyo que ofrece esta tecnología. Algunos estudiantes destacan la **importancia de la IA como herramienta de apoyo**, subrayando su utilidad para manejar la carga de trabajo y aumentar la productividad. Mencionan que la IA les ayuda a minimizar tareas y a ser más eficientes, lo que resulta especialmente valioso en contextos donde se sienten abrumados por el volumen de trabajo. Un tema recurrente entre las y los estudiantes es la conveniencia y eficiencia que ofrece la IA. Muchos valoran la capacidad de la IA para simplificar la investigación y el estudio, destacando cómo puede ayudar a reducir el tiempo dedicado a tareas repetitivas o a buscar información.

Sin embargo, algunos comentarios muestran preocupación por la posibilidad de que este uso eficiente se convierta en una dependencia excesiva, lo que podría afectar negativamente a su capacidad para pensar y razonar de manera independiente. También expresan preocupaciones sobre el uso indebido de la IA fuera del ámbito académico, como en la creación de *deepfakes*. Así, se plantean cuestiones sobre el **impacto de la IA en la ética y la equidad**, especialmente en relación con la manipulación de la información y la creación de brechas sociales. Se menciona una preocupación por cómo las empresas y gobiernos podrían usar la IA para controlar y sesgar la información. También se recoge una cierta inquietud, por ejemplo, entre estudiantes de Periodismo o Programación, sobre el modo en que la IA podría reemplazar o superar su trabajo o tener un impacto en la forma en la que se hace el periodismo o se programa. Un aspecto que se destaca es el impacto medioambiental de la IA,

expresando su intranquilidad sobre cómo el uso masivo de tecnologías de IA podría tener un alto costo ambiental y planteando la necesidad de considerar las implicaciones ecológicas de su uso en la educación y otros sectores.

Hay inquietud sobre el uso extendido de herramientas como ChatGPT ya que, aunque se reconoce su utilidad para mejorar la redacción y clarificar ideas, se advierte que la IA a menudo se usa como un sustituto de la creatividad e innovación propias. La falta de regulación y claridad sobre los derechos de autoría es una preocupación común, especialmente en cuanto a la dificultad para identificar trabajos realizados con la ayuda de la IA o la falta de reglas definidas sobre lo que está social y académicamente permitido o no en lo que se refiere al uso de esta tecnología en los trabajos de clase. Algunas aportaciones señalan el riesgo de que la IA se utilice para **plagiar trabajos o evitar el esfuerzo académico**. Existe una preocupación creciente por la autenticidad del trabajo académico y la integridad de los procesos de aprendizaje, ya que la IA puede generar contenido que parece auténtico. Sin embargo, en varias respuestas se tiene la percepción de que es fácil identificar trabajos realizados con la ayuda de la IA y se expresa sorpresa ante la aparente falta de conciencia de los profesores sobre este hecho. Consideran que a menudo hay señales reveladoras que pueden ser detectadas por las y los profesores: un estilo de redacción característico, que puede incluir repeticiones o patrones de respuesta, que no son típicos de estudiantes. Por otro lado recuerdan que, si bien la IA es una nueva herramienta que facilita el plagio, no es el único medio tecnológico que lo hace y cuestionan si el énfasis actual en la IA desvía la atención de otras formas de plagio. En cualquier caso consideran que, independientemente de la tecnología disponible, la responsabilidad final de evitar el plagio recae en el propio estudiante. Argumentan que el uso ético y responsable de la IA es crucial y que los estudiantes deben ser formados para usar estas herramientas como apoyo, no como sustitutos del esfuerzo personal. En cualquier caso, subrayan la importancia de que universidades y docentes tengan un enfoque equilibrado que valore tanto los beneficios de la tecnología como la necesidad de mantener la integridad académica.

La mayoría de estudiantes opinan que la IA será cada vez más utilizada en las aulas, y enfatizan la importancia de enseñar a utilizar estas herramientas de manera responsable. No perciben la IA como una amenaza, sino como una oportunidad para mejorar el aprendizaje, siempre y cuando se use adecuadamente. Varios estudiantes comparan la actual preocupación sobre la IA con la reacción inicial ante la introducción de internet, sugiriendo que **tendemos a enfocarnos en los aspectos negativos** de las nuevas tecnologías. Ven la

IA como un complemento valioso para el proceso de aprendizaje, no como un sustituto, y destacan su potencial para profundizar en el conocimiento. Se propone reflexionar sobre si el uso extendido de la IA puede llevar a replantear los métodos de enseñanza tradicionales: si una herramienta de IA es capaz de realizar tareas académicas de manera eficiente, tal vez sea necesario reconsiderar el enfoque y el contenido de la educación universitaria, centrándose más en el pensamiento crítico y la aportación de ideas propias.

Las y los estudiantes universitarios, nativos digitales en su mayoría, se encuentran en una posición única para aprovechar y experimentar con las capacidades de la IA. Las respuestas del alumnado revelan una diversidad de aplicaciones prácticas, reflejando cómo la IA no solo se está integrando en el proceso de aprendizaje, sino que también está remodelando la manera en que los estudiantes interactúan con sus tareas académicas, manejan la carga de trabajo y exploran nuevas formas de conocimiento que vamos a exponer a continuación.

En la creación de **trabajos académicos**, como como la preparación de prácticas, notas de lectura, noticias periodísticas, *dossiers* en sociología y la redacción de Trabajos de Fin de Grado (TFG), los estudiantes han incorporado la IA, utilizando herramientas como ChatGPT para desarrollar contenidos. En el ámbito de **investigación y trabajos escritos**, tanto individuales como grupales, la IA ha sido una herramienta valiosa que el alumnado ha utilizado para obtener ideas básicas sobre un tema, para diseñar la estructura del trabajo, organizar el contenido e incluso generar la introducción al mismo para poder comenzar a ponerse en marcha. Esta aplicación demuestra cómo la IA puede servir de apoyo en el proceso de escritura y conceptualización de ideas. Varios estudiantes utilizan esta **exploración de temas** como punto de partida para investigar y contextualizar cuestiones específicas, obteniendo una visión general que les inspira y da guías o hilos de los que tirar para profundizar en sus investigaciones. La **integración de la IA en la metodología de investigación** también ha sido una práctica común. Las y los estudiantes han utilizado la IA para generar preguntas sobre artículos científicos, definir objetivos de estudio, crear cuestionarios y realizar protocolos de investigación. Así mismo, han aprovechado la IA para realizar búsquedas de variables, análisis de *papers* y para generar ideas, destacando su capacidad para agilizar el proceso de recopilación y análisis de datos. En un ejemplo que va más allá de lo textual, algunos estudiantes han utilizado DALL-E en la creación de un *escape room* (una tarea de clase) para crear entornos o elementos visuales.

La IA se está utilizando para el **apoyo en tareas prácticas**: buscar ejercicios, obtener ideas y consultar sobre el contenido de tareas en distintas asignaturas. Así, en asignaturas técnicas, como programación y ciencias de la computación, los estudiantes han utilizado la IA para generar ejercicios prácticos, pedir ejemplos de código, o incluso para realizar correcciones en el código. Otro uso tiene que ver con la generación de tablas y valores para ejercicios específicos. En cursos sobre bases de datos, el alumnado ha utilizado la IA para generar tablas con valores inventados a partir de un texto de ejercicio, lo que les ha ayudado a entender mejor cómo manipular y organizar los datos en un contexto práctico. En el campo de las ciencias sociales y humanidades, la IA ha sido utilizada para explorar conceptos, definiciones y realizar búsquedas de información sobre personajes históricos o eventos políticos. Incluso en el aprendizaje de idiomas, la IA ha encontrado su lugar. Por ejemplo, en clases de inglés, hay docentes han utilizado ChatGPT para elaborar textos que contienen vocabulario específico del tema en estudio.

El **soporte en redacción y traducción** es otra área donde la IA ha tenido un impacto significativo. Se ha utilizado para asistir en la redacción de trabajos y en la corrección de errores gramaticales, mejorando así la calidad de la escritura. Su utilidad en la traducción de textos también ha sido un recurso valioso. Esta posibilidad se usa tanto para tener acceso a textos en otros idiomas como para escribir bien en castellano, de especial utilidad para estudiantes *erasmus* o internacionales. Algún estudiante ha mencionado la posibilidad de obtener una experiencia auditiva mejorada a través de herramientas de IA que convierten texto a voz con calidad casi humana, lo que ha incrementado la accesibilidad y enriquecido la experiencia de aprendizaje, especialmente para estudiantes que prefieren o necesitan contenido auditivo.

En cuanto a la **comprensión y análisis de lecturas**, el alumnado utiliza la IA para crear resúmenes de textos extensos, lo que les ayuda a enfocarse en los aspectos esenciales y a manejar mejor lo que a veces consideran una sobrecarga de información. Los y las estudiantes también utilizan la IA para profundizar en conceptos complejos, para una comprensión más clara y contextualizada. Además, señalan que su uso en la creación de mapas conceptuales es eficaz para sintetizar y organizar ideas en trabajos escritos. La IA también ha **facilitado la documentación y recopilación de información**, permitiendo a los estudiantes acceder y analizar rápidamente información sobre temas especializados, procesando grandes cantidades de datos con eficiencia y velocidad.

El estudiantado también ha interrogado a la IA para **complementar cuestiones que se han trabajado en clase** o para comprender conceptos que no le han quedado totalmente claros con los materiales propuestos por el profesorado. Las tecnologías conversacionales les permiten ir preguntando (sin las limitaciones de tiempo, reincidencia, timidez para hablar en público o pudor por el riesgo de quedar mal ante el resto de la audiencia que pueden enfrentar en un contexto de aula) sobre aspectos concretos que no han comprendido o solicitar diferentes formas de explicar que les permiten aprehender conocimientos que quizás no alcanzarían solo con los recursos clásicos. Esto incluye la consulta de definiciones, la búsqueda de términos para contrastar con el contenido aprendido en clase y la exploración de respuestas más amplias sobre autores o conceptos específicos.

En **exámenes y evaluaciones**, algunos estudiantes han experimentado con la IA para preparar y responder preguntas, proporcionando diferentes perspectivas sobre cómo abordar estos desafíos teóricos académicos. Esta aplicación ofrece un enfoque novedoso para la preparación de exámenes, donde la IA puede servir como una herramienta de estudio complementaria. De este modo, han empleado la IA para generar cuestionarios basados en sus materias de estudio, lo que les ha permitido evaluar su conocimiento de una manera más interactiva y dinámica.

La experiencia de aprendizaje de estudiantes con la IA no se limita a los ejemplos expuestos, sino que probablemente abarcará una gama aún más amplia de actividades académicas en el futuro. La variedad en las aplicaciones de la IA en la educación ya refleja su potencial como una herramienta versátil y poderosa, capaz de adaptarse a diferentes disciplinas y tipos de tareas. Aunque su uso en la educación aún está en una etapa inicial, tanto estudiantes como docentes estamos explorando activamente sus posibilidades y evaluando sus riesgos. En otras palabras, estamos en un proceso de aprendizaje continuo con respecto a cómo integrar de manera efectiva esta tecnología emergente en nuestros entornos educativos. Una tarea ineludible, dado que la IA es una innovación que ha llegado para quedarse.

4. Conclusiones

La introducción de herramientas de inteligencia artificial como ChatGPT en la educación superior apunta un cambio significativo en los métodos de ense-

ñanza y aprendizaje. Parte del profesorado está comenzando a integrar la IA en sus estrategias didácticas, lo que no solo transforma sus métodos de enseñanza, sino también el modo en que el alumnado procesa la información. Se perciben estas herramientas como un potencial para automatizar procesos y facilitar la interacción y retroalimentación con las y los estudiantes, mientras que la preparación de contenido se ve enriquecida por la multifuncionalidad de la IA. Sin embargo, existe una brecha en el conocimiento de partida y las actitudes hacia la IA, con un interés por parte de este grupo por aprender y adoptar estas tecnologías.

El alumnado, por su parte, está experimentando con la IA de formas diversas, desde el apoyo para la elaboración de trabajos académicos hasta su uso para profundizar en diversos temas, organizar ideas y ampliar contenidos y conceptos trabajados en clase. Algunos estudiantes expresan inquietud sobre el riesgo de dependencia excesiva de la IA y sus posibles impactos en la integridad académica, mientras otros destacan su eficiencia y utilidad como herramienta de apoyo. Para docentes y estudiantes, la necesidad de un uso ético y responsable de la IA es un tema recurrente y ambos destacan la formación especializada como esencial para una implementación efectiva de la IA en el aula.

A pesar de los desafíos relacionados con los limitados recursos y la necesidad de formación especializada, los resultados preliminares indican que, con el apoyo adecuado y la voluntad de aprender, el profesorado puede incorporar eficazmente la IA para enriquecer la experiencia educativa. A medida que el mundo se mueve hacia una mayor integración de la tecnología en todos los aspectos de la vida, la educación no es una excepción. Con los desafíos reconocidos y las estrategias para superarlos, este estudio subraya la importancia de continuar explorando y adoptando herramientas de IA en la educación para preparar a las y los estudiantes para el futuro.

Referencias bibliográficas

- Alsanousi, Bassam, Abdulmohsen S. Albeshar, Hyunsook Do y Stephanie Ludi. 2023. «Investigating the user experience and evaluating usability issues in ai-enabled learning mobile apps: An analysis of user reviews». *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 14(6).
- Baidoo-Anu, David y Leticia Owusu Ansah. 2023. «Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of

- ChatGPT in promoting teaching and learning». *SSRN 4337484*. [consulta: 15-12-2023]
- Celik, Ismail, Muhterem Dindar, Hanna Muukkonen y Sanna Järvelä. 2022. «The promises and challenges of artificial intelligence for teachers: A systematic review of research». *TechTrends* 66(4): 616-630.
- Cordón García, Óscar. 2023. «Inteligencia Artificial en Educación Superior: Oportunidades y Riesgos». *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa* 15: 16-27.
- López Galisteo, Julio Antonio, Lorena Rodríguez Calzada y Raquel Montes Diez. 2023. «Guía de uso de ChatGPT para potenciar el aprendizaje activo e interactivo en el aula universitaria». *BURJC DIGITAL*. Recuperado el 10 de enero de 2024, de <https://burjcdigital.urjc.es/handle/10115/22149>
- Mollick, Ethan y Lilach Mollick. 2022. «New Modes of Learning Enabled by AI Chatbots: Three Methods and Assignments». *SSRN 4300783* [consulta: 15-12-2023]
- Sabzalieva, Emma y Arianna Valentini. 2023. «ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior: Guía de inicio rápido» (ED/HE/IESALC/IP/2023/12). UNESCO e Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe. Recuperado de <https://bit.ly/3oeYm2f>
- UC3M (2023). *Recomendaciones para la docencia con inteligencias artificiales generativas*. UC3M DIGITAL. Recuperado el 10 de enero de 2024, de <http://hdl.handle.net/10016/37989>

Experiencia innovadora en aula: el uso combinado de TICs para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en educación superior

Miryam Rodríguez Monter¹

Resumen. El objetivo de esta experiencia educativa era analizar la aplicación combinada de las metodologías activas de enseñanza, y su incidencia en el entorno educativo universitario. La investigación distinguió un enfoque mixto, cuantitativo de nivel descriptivo y cualitativo de nivel interpretativo, siendo el cuestionario la herramienta para la recolección de los datos. El trabajo sirvió para conocer que el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en metodologías de aprendizaje, de forma combinada, faculta al alumnado con el que se ha trabajado el desarrollo de competencias, la motivación, y la participación, así como la dinamización de la enseñanza en cada uno de los educandos. El empleo de diversas herramientas combinadas (aula invertida, Jamboard, gamificación y el Campus Virtual de la Universidad Complutense de Madrid), permitió construir un entorno eficaz e innovador en el contexto de enseñanza y aprendizaje, de experiencias tecnológicas, tanto para el alumnado como para el propio profesorado. En este artículo se recoge lo trabajado en el aula a lo largo de los cursos académicos 22/23 y 23/24, en diferentes facultades, grados, cursos y asignaturas en la UCM.

Palabras clave: competencias; dinamización; evaluación; innovación; TIC.

1. Introducción

Desde hace más una década se recalca la importancia de la participación activa del estudiantado en los procesos de enseñanza-aprendizaje, (Panadero *et al.*, 2017; Loren-Méndez *et al.*, 2021; Muñoz Zambrano y Gamboa Graus,

¹ Departamento de Antropología Social y Psicología Social. Facultad de Ciencias Políticas y Sociología. Universidad Complutense de Madrid.

2023); pero a día de hoy se continúa descuidando y relegando este aspecto activo (Calatayud y Alonso, 2022; Muñoz Zambrano y Gamboa Graus, 2023). Aún así, este componente es cada vez más importante si tenemos en cuenta la proliferación de educación estrictamente *online* en la que el alumnado, más que nunca, debe ser autónomo en su aprendizaje. En ese contexto de necesaria participación activa, cuando se ha hecho uso de las metodologías activas, dicho uso ha sido comúnmente propuesto y abordado de forma dispersa o separada, no combinada, siendo la pandemia de COVID-19 un punto de inflexión para las docencias no *online*, que tuvieron que adaptar sus tecnologías a los nuevos escenarios (Ortega Ortigoza, 2021), con mucha menos experiencia y recursos que los entornos docentes superiores en línea.

Una revisión de la literatura muestra el incremento de los estudios que apuestan por la innovación educativa (Calatayud y Alonso, 2022; Prieto Urbano, 2022), ya que la innovación, entendida como el proceso que implica un cambio en la enseñanza basado en las personas, el conocimiento, los procesos y la tecnología (Gómez López *et al.*, 2022), es la base de toda mejora educativa eficiente. Formar en competencias, permitir entender la enseñanza superior basada en metodologías activa, como una enseñanza centrada en el estudiantado, en su capacitación, esto es, en las competencias específicas y las transversales, concibe el aprendizaje como un proceso constructivo y no (meramente) receptivo (Selznick *et al.*, 2022).

Utilizar las metodologías activas de enseñanza de forma combinada proporciona al alumnado un aprendizaje más auto dirigido que trabaja el desarrollo de habilidades metacognitivas (organizar y evaluar el proceso de pensamiento relacionado con el aprendizaje y la resolución de problemas). Son las propuestas innovadoras las que encauzan iniciativas que logran cambios de fondo y duraderos y que, al mismo tiempo, potencian el desarrollo de competencias y habilidades en el alumnado (López-Marí *et al.*, 2022; Selznick *et al.*, 2022), marcando con ello el camino dinamizador hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje en los contextos educativos.

Este trabajo abordó el uso de las TICs combinadas en el aula buscando, precisamente, esas experiencias educativas eficaces, buenas prácticas en definitiva, lo que ha implicado en última instancia construir una experiencia innovadora sustentada en el proceso de enseñanza aprendizaje es decir, en el trabajo realizado por competencias y resultados de aprendizaje.

Desde esta perspectiva se plantea una propuesta de innovación implementada en el contexto de la educación superior con la finalidad de incorporar y poner en práctica metodologías activas en el proceso de enseñanza-aprendiza-

je y evaluación del alumnado; para ello, la metodología que desarrollamos en este trabajo se basa en el uso combinado de TICs (Pardo-Cueva *et al.*, 2020; Gómez-López *et al.*, 2022) que permiten relacionar las dinámicas interactivas con los contenidos curriculares, logrando con ello la adquisición de conocimientos, el desarrollo de competencias, el aumento de la motivación y la satisfacción (Majuri *et al.*, 2018; Dreimane, 2019; Juan-Lázaro y Área-Moreira, 2021; Barcena-Toyos, 2022; Manzano-León *et al.*, 2022; Peña-Acuña, 2022).

El Informe Horizon sobre Enseñanza Universitaria y Tecnologías (New Media Consortium y EDUCAUSE, 2020, 2021 y 2022), remarcó que el uso de las TICs experimenta un incremento en el aula, en cualquier nivel educativo, pero especialmente en contextos superiores, destacando especialmente las TICs como una prácticas clave que configura el futuro de la enseñanza y el aprendizaje, y previendo que dichas prácticas jugarán un papel mundial para liderar el panorama de la educación superior (EDUCAUSE Learning Initiative, 2022). Prueba de este hecho es que, actualmente, hay muchas universidades que han aplicado con éxito el uso de las herramientas combinadas y han demostrado un aumento de la motivación y participación del alumnado (Sierra y Fernández-Sánchez, 2019; Gómez López *et. al.*, 2022).

La investigación relativa al uso de TICs en la educación se relaciona mayoritariamente con el proceso de adquisición de contenidos (Cuba y Córdón, 2021), sin embargo no debemos olvidar que una parte fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje es la evaluación de las competencias alcanzadas y desarrolladas, y en este campo nos encontramos con ciertas lagunas en los estudios de la literatura educativa al respecto (Poveda Pineda y Cifuentes Medina, 2020; Osorio Lambis *et al.*, 2023). No obstante, el acuerdo sobre evaluación entorno a metodologías TICs tiene consenso al establecer la necesidad de buscar un cambio de foco desde la evaluación del aprendizaje, hacia la evaluación para el aprendizaje, con especial énfasis en la retroalimentación y en el diseño de tareas de evaluación de calidad (Ibarra-Sáiz y Rodríguez-Gómez, 2020). Estos aspectos se pueden lograr a través de la construcción y el uso de rúbricas evaluativas (Prieto Urbano, 2023), que permiten generar resultados realistas que implican un mayor nivel de retroalimentación e información, dando lugar a la profundización en el autoconocimiento y a la corrección del error gracias a una correcta y detallada información.

En este escenario de cambio, de nueva perspectiva combinada hacia el uso y empleo de las TICs en el aula, para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en educación superior, acompañado de un adecuado y detallado proceso evaluativo mediante rúbricas, podemos desarrollar en el alumnado

no solo las competencias necesarias, sino trabajar la participación, la implicación y la motivación en su proceso de enseñanza-aprendizaje (Moquete *et al.*, 2023; Loaiza Loayza *et al.*, 2023). A continuación se describe el trabajo realizado para llevar a cabo esta experiencia en un contexto innovador, combinado y dinamizador.

2. Metodología

El objetivo de este estudio era analizar el impacto de la aplicación combinada de TICs, sobre el grado de utilidad de los recursos TICs empleados y sobre el grado de relación de dichos recursos TICs con los objetivos y competencias de cada asignatura. Otro objetivo planteado fue analizar la valoración global de las herramientas TICs empleadas y el grado de motivación del alumnado participante.

Esta experiencia se implementa en los cursos académicos 22/23 y 23/24, trabajando con un total de 121 alumnas y alumnos, mayoritariamente mujeres (72% de la muestra), de tres facultades distintas y en tres grados diferentes, en la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Las tres asignaturas en las que se implementaron las TICs, aplicadas a metodologías didácticas activas, también eran distintas (Figura 1). Las herramientas que fueron trabajadas en las distintas clases y cuatrimestres con los grupos tenían, todas ellas, conexión y relación directa con los temas incluidos en las diferentes fichas docentes de cada asignatura es decir, compartían competencias, actividades, objetivos, contenidos y evaluación.

<p>Facultad de CC.PP y Sociología -Asignatura: Procesos Psicosociales Básicos (2º Grado en Sociología).</p>	<p>Todas de 6 ECTS (15 sesiones).</p>
<p>Facultad de Comercio y Turismo -Asignatura: Psicología Social del Turismo (4º Grado en Turismo y Doble Grado en Comercio y Turismo).</p>	
<p>Facultad de Derecho -Asignatura: Psicología Social de los Grupos y los Procesos Intergrupales (4º Grado en RR.LL y Recursos Humanos).</p>	

Figura 1: distribución de la muestra participante por facultades, grados y asignaturas. Fuente: elaboración propia.

Del mismo modo, todas las asignaturas en las que se trabajó tenían en común, acorde a las memorias verificadas y fichas docentes de cada asignatura, las competencias específicas y transversales vinculadas con la Psicología Social (área responsable de las materias).

Específicas	Transversales
CE4: Conocimiento de los procesos de socialización, la social psicología de los colectivos y grupos humanos así como las relaciones básicas de la sociedad.	CT1: Analizar y exponer las ideas de forma clara y constructiva.
CE5: Análisis de los principales conceptos y generalizaciones sobre la sociedad humana y sus procesos desde la social psicología .	CT2: Trabajar en equipo de forma óptima.
CE9: Conocimiento de los componentes básicos de las desigualdades sociales y las diferencias culturales en las relaciones grupales .	CT3: Desarrollar habilidades en las relaciones interpersonales .
CE10: Análisis de las principales teorías de desde la social psicología.	CT6: Liderazgo: influir positivamente y prestar apoyo al grupo .
CE11: Habilidades en las relaciones interpersonales desde la social psicología .	CT8: Resolución de problemas .
	CT9: Creatividad .
	CT10: Razonamiento crítico .
	CT11: Capacidad de análisis y síntesis .
	CT12: Compromiso ético .
	CT13: Aprendizaje autónomo .
	CT14: Comunicación y expresión correcta oral y escrita en lengua castellana.
Clases prácticas	
Prácticas que tendrán el objetivo de formar al alumnado en la comprensión de diferentes situaciones sociales desde la perspectiva abordada en la teoría (40%-50%).	

Figura 2: distribución de las competencias trabajadas en todas las asignaturas.
Fuente: elaboración propia.

La implementación y uso de las TICs se realizó durante el transcurso de las clases acorde al calendario docente UCM. Del total de acciones implementadas en las clases, el uso de la pizarra colaborativa Jamboard y del Campus Virtual fueron las herramientas más aplicadas (Figura 3).

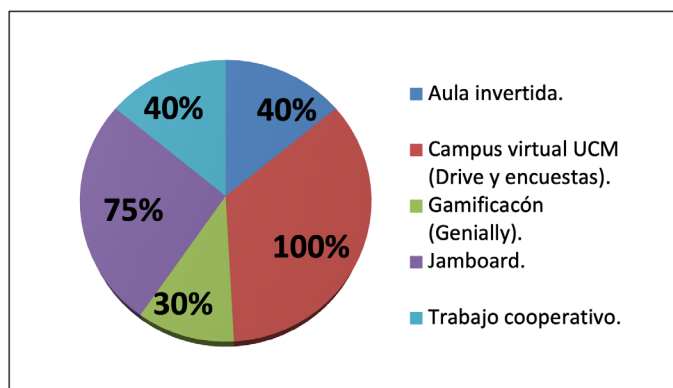


Figura 3: aplicación de metodologías activas (respuesta múltiple). Fuente: elaboración propia.

Tras la aplicación y trabajo con las diferentes metodologías activas se solicitaba al alumnado participante, al término de cada clase, la evaluación de las herramientas TICs empleadas, mediante un cuestionario entorno a cinco áreas: 1) utilidad, 2) relación con objetivos y competencias, 3) motivación, 4) valoración global y, 5) una pregunta abierta (comentarios/opiniones libres por parte del alumnado participante). Del mismo modo, a lo largo del transcurso de la asignatura y por cada una de las actividades realizadas en clase mediante el empleo de TICs, el alumnado recibía la rubrica correspondiente a la actividad que había realizado; dicha rúbrica abordaba los indicadores de evaluación correspondientes al contenido temático trabajado y dividido en tres secciones: indicadores de evaluación, niveles de calidad y puntuación (por cada sección y de forma global).

3. Resultados

Ninguna metodología por sí sola es capaz de producir un cambio efectivo en la enseñanza; solo son herramientas útiles para que dicho cambio se produzca cuando exista una intención constatada de transformación, en todas las personas implicadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los resultados de esta experiencia nos indican que el alumnado participante se incluye en dicha línea, mostrando un alto grado de satisfacción, motivación y valoración hacia esa transformación (Figura 4). Del total de participantes, más del 90% otorgaron la mayor valoración (en una escala de 1 a 5), a la utilidad, la motivación, la conexión directa entre las TICs empleadas con los objetivos a trabajar, y a la propia acción didáctica llevada a cabo.

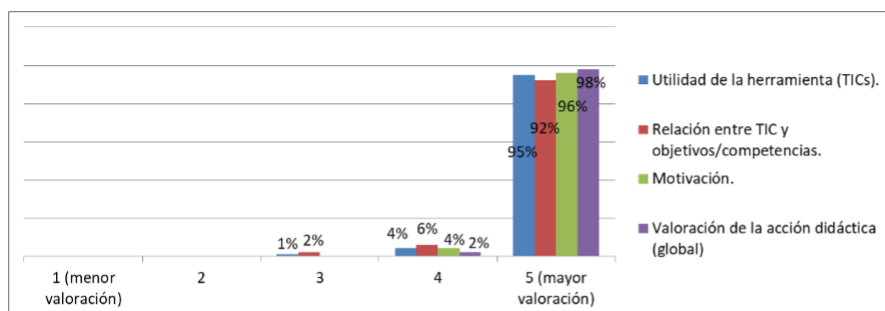


Figura 4: resumen de las evaluaciones del alumnado participante por áreas.
Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la percepción del estudiantado participante, si bien la «sensación de haber trabajado más que en otras asignaturas» fue manifestada por un 75.6% de la muestra, más del 80% manifestó «haber aprendido», «haberse divertido» y «haber aumentado su motivación» a lo largo del cuatrimestre. Un 92% refirió que, «cursaría una asignatura si se emplearan herramientas TICs para trabajar su aprendizaje» (Figura 5).

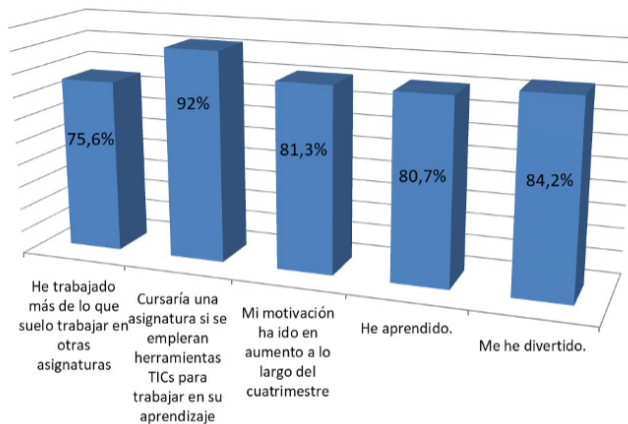


Figura 5: percepciones finales del alumnado participante. Fuente: elaboración propia.

Las herramientas TICs preferidas (Figura 6), las más valoradas por el alumnado fueron, en primer lugar (30.7%), aquellas que implicaban intercambio, trabajo en grupo, trabajo compartido y colaborativo (a través del Drive), seguidas de la gamificación (uso de Genially) con un 24.2%, y de la pizarra colaborativa Jamboard (23.8%).

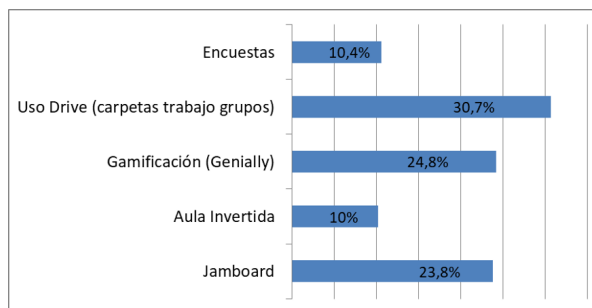


Figura 6: preferencias del alumnado participante por las TICs utilizadas. Fuente: elaboración propia.

Por último, en la pregunta abierta que se facilitó a la muestra para expresar su percepción sobre las clases, cabe destacar el valor que dieron a: «los ejemplos y actividades trabajadas» mediante el uso combiando de TICs, así como a «la preparación» de las mismas y, especialmente importante, «la comunicación que se estableció» entre ellos como grupo, como clase. En la misma línea, resaltar el interés que despertó «la forma de plantear la asignatura» y el reconocimiento de que «las dinámicas ejecutadas, ayudaron a su aprendizaje». Menos vavorable, y por lo tanto mayor atención a prestar para futuras acciones, son aquellos aspectos que indicaron referidos a: «la carga de trabajo percibida», vinculado a la «amplitud de conocimientos por asimilar» y, la «excesiva preparación de las clases», con un «formato muy estricto» (Figura 7).



<ul style="list-style-type: none"> -Se valoró en las clases que hay muchos ejemplos y actividades. -Se valoró positivamente la preparación de las clases y la comunicación entre alumnos. -Las clases se perciben como muy preparadas y programadas para cada semana. -Destacó la buena organización y el fomento de un ambiente colaborativo y participativo. -Ha gustado mucho la forma de plantear la asignatura. -Las clases se percibieron como muy interesantes. -Algunos alumnos consideran que las dinámicas ayudan mucho a su aprendizaje. 	
<ul style="list-style-type: none"> -Algunos alumnos mencionaron que las clases se basaron en mucho trabajo. -Hubo momentos en los que algunos alumnos sintieron mucha carga de trabajo. -Algunos alumnos tuvieron dificultad para asimilar demasiados conocimientos. -Algunos alumnos consideraron que las clases estaban demasiado preparadas y seguían un formato muy estricto. 	

Figura 7: resumen de la IA (Atlas.ti) para la percepción de las clases (pregunta abierta). Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

Podemos concluir de la experiencia aplicada que el uso y empleo de herramientas TICs en el aula, de forma combinada, requiere de una inversión de tiempo inicial, por parte del profesorado, muy grande; si bien es cierto que esa preparación previa es percibida y valorada por parte del alumnado participante de forma positiva. Es necesario involucrar al estudiantado desde el primer día (trabajar en escalada motivacional) para poder obtener buenos resultados, lo que conlleva una preparación y planificación previa bien estructurada, que permita desarrollar un adecuado ambiente grupal, una bue-

na dinámica de grupo en el aula y que, como en el caso anterior, también es valorado y reconocido por el alumnado. Este aspecto conecta directamente con la motivación de quienes participan que se ve aumentada, así como su implicación en el aprendizaje; no obstante, la motivación no puede ser el uso de TICs, combinadas o no, ya que las TICs, como manifestaron algunas personas, no pueden tener un exceso de impacto ni generar distracciones (no debemos perder el foco en el proceso de enseñanza aprendizaje). El uso de las herramientas TICs combinadas, si bien resultó ser en esta experiencia una positiva forma de abordaje y de trabajo en las aulas, no puede ser considerada como instrumento clonable a todos los contextos educativos (asignaturas, grupos y/o docentes); no puede serlo porque tal y como han mostrado los resultados, la selección y unificación de diferentes escenarios (facultades, grados y material), se debió a un criterio común, unificado y compartido en todas ellas: las competencias contenidas en cada ficha docente. Las TICs no son, ni pueden ser consideradas, una moda de imperativo cumplimiento, el profesorado necesita estar motivado y formado para ello, dado el considerable tiempo que requiere rentabilizar el trabajo con las mismas. Del mismo modo, para poder dar sentido y retroalimentación al alumnado, se deben medir los resultados del aprendizaje de forma específica, concreta y real, esto es, mediante el desarrollo de rúbricas que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje y la evaluación de competencias para el alumnado. Con ello contribuimos a poder ayudar al estudiantado a entender qué se espera de su trabajo en el aula, mostrando de manera objetiva y específica cómo será evaluado, y cómo podrá trabajar en su mejora y desempeño competencial en la asignatura.

Referencias bibliográficas

- Bárcena-Toyos, Patricia. 2022. «Teacher identity in CLIL: A case study of two in-service teachers». *Latin American Journal of Content & Language Integrated Learning* 15, nº 1.
- Calatayud, María Amparo y Beatriz Alonso. 2022. «Complicidad entre Autoevaluación y Aprendizaje. Matices para su Implantación en la Universidad». *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa* 15, nº 1: 23-42.
- Cuba Rondón, Enelis Blanca e Iván Pérez Mallea. 2021. «Aplicación de la gamificación en el diseño de actividades en la Educación a Distancia». *Revista Cubana de Ciencias Informáticas* 15 (Especial UCIENCIA I): 366-380.

- Dreimane, Santa. 2019. «Gamification for education: Review of current publications». En *Didactics of smart pedagogy*, ed. por Linda Daniela, 453-464. EE.UU.: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01551-0_23
- EDUCAUSE. 2020. «EDUCAUSE Horizon Report». *EDUCAUSE*. <https://library.educause.edu/resources/2020/3/2020-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- EDUCAUSE. 2021. «EDUCAUSE Horizon Report». *EDUCAUSE*. <https://library.educause.edu/resources/2021/4/2021-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- EDUCAUSE. 2022. «EDUCAUSE Horizon Report». *EDUCAUSE*. <https://library.educause.edu/resources/2022/4/2022-educause-horizon-report-teaching-and-learning-edition>
- Gómez López, Manuel, David Manzano Sánchez, Bernardino Javier Sánchez y Alfonso Valero. 2022. «The War of the Athletes: una propuesta de gamificación aplicada a la docencia universitaria para favorecer los valores educativos y la responsabilidad». *Espiral. Cuadernos del profesorado* 15, nº 30: 38-50. <https://doi.org/10.25115/ecp.v15i30.6718>
- Ibarra-Sáiz, María Soledad y Gregorio Rodríguez-Gómez. 2020. «Aprendiendo a Evaluar para Aprender en la Educación Superior». *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa* 13, nº 1: 5-8. <https://revistas.uam.es/riee/article/view/12070/11994>
- Juan-Lázaro, Olga y Manuel Area-Moreira. 2021. «Gamificación superficial en e-learning: evidencias sobre motivación y autorregulación». *Revista de Medios y Educación* 62: 146-181. <https://orcid.org/0000-0003-0358-7663>
- Loaiza Loayza, Mónica Cecibel, Angie Geanella Muñoz Sánchez, Byron Arturo Sánchez Bedoya y Mauricio Xavier Prado Ortega. 2023. «Recurso educativo digital como herramienta de retroalimentación en la educación superior modalidad híbrida». *Polo del Conocimiento* 8, nº 9: 27-47 <https://doi.org/10.23857/pc.v8i9>
- López, Claudia Susana y Yolanda Heredia. 2017. *Marco de referencia para la evaluación de proyectos de innovación educativa*. Monterrey: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. [HTTPS://CIEC.EDU.CO/MARCO-DE-REFERENCIA-PARA-LA-EVALUACION-DE-PROYECTOS-DE-INNOVACION-EDUCATIVA](https://ciec.edu.co/marco-de-referencia-para-la-evaluacion-de-proyectos-de-innovacion-educativa)
- Loren-Méndez, Mar, Daniel Pinzón-Ayala y Roberto Francisco Alonso-Jiménez. 2021. «Participación activa del estudiante: gamificación y creatividad como estrategias docentes». *IX Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'21)*, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid, 11 y 12 de noviembre.
- Majuri, Jenni, Joanna Koivisto y Juho Hamari. 2018. «Gamification of education and learning: A review of empirical literature».

- Conference: The 2nd International GamiFIN conference*. Pori, Finland, May 21-23.
- Manzano León, Ana, Ana María Ortíz Colón, Javier Rodríguez Moreno y José Manuel Aguilar Parra. 2022. «La relación entre las estrategias lúdicas en el aprendizaje y la motivación: un estudio de revisión». *Revista espacios* 43, n° 4. <https://doi.org/10.48082/espacios-a22v43n04p03>
- Moquete Moquete, Altagracia Claridania, Fidian Orlando Martínez Méndez y Jenny Mago. 2022. «Estrategias TIC para mejorar el proceso enseñanza aprendizaje en la modalidad virtual». *Educación Superior*. Año XXI. N° 33 <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9026068.pdf>
- Muñoz Zambrano, Sheila Melissa y Michel Enrique Gamboa Graus. 2023. «Aprendizaje basado en la participación activa en estudiantes de nivelación con discapacidad auditiva». *Revista Didascalia: didáctica y educación* 14 <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9014406.pdf>
- New Media Consortium (NMC) y EDUCAUSE Learning Initiative (ELI). 2020. *Informe Horizon: Enseñanza Universitaria. Tecnologías emergentes*. Louisville, CO: EDUCAUSE. https://library.educause.edu/-/media/files/library/2020/3/2020_horizon_report_pdf.pdf
- New Media Consortium (NMC) y EDUCAUSE Learning Initiative (ELI). 2021. *Informe Horizon: Enseñanza Universitaria. Tecnologías emergentes*. Louisville, CO: EDUCAUSE. <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2021/4/2021hrteachinglearning.pdf>
- Ortega Orizola, Daniel, Julio Rodríguez Rodríguez y Ainoa Mateos Inchaurredo. 2021. «Educación superior y la COVID-19: adaptación metodológica y evaluación online en dos universidades de Barcelona». *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria* 15, n° 1. <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.2021.1275>
- Osorio Lambis, Martha, Alexander Javier Montes Miranda y Daniel San Martín Cantero. 2023. «Evaluación de los aprendizajes en la educación superior». *Revista Perspectivas* 8, (S1): 104-113. <https://doi.org/10.22463/25909215.4118>
- Panadero, Ernesto, Anders Jonsson y Juan Botella. 2017. «Effects of self-assessment on self-regulated learning and self-efficacy: Four meta-analyses». *Educational Research Review* 22: 74-98. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.08.004>
- Pardo-Cueva, Mariuxi, Magali Chamba Rueda, Angel Higuerey y Byron Jaramillo. 2020. «Las TIC y el rendimiento académico en la educación superior: Una relación potenciada por el uso del Padlet». *Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao* 28: 934-944.
- Peña-Acuña, Beatriz. 2022. «Indagación evaluativa de una intervención con metodologías activas para estudiantes universitarios». *Revista de Estilos de Aprendizaje* 15, n° 29: 5-18. <https://doi.org/10.55777/rea.v15i29.4054>

- Poveda-Pineda, Derly F. y José E. Cifuentes-Medina. 2020. «Incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) durante el proceso de aprendizaje en la educación superior». *Formación Universitaria* 13, n° 6: 95-104. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000600095>
- Prieto Urbano, Jairo. 2023. «La evaluación con rúbricas en el proceso educativo». En *Gerencia educativa: innovación y evaluación para la transformación*, ed. por Irma Amalia Molina Bernal, Martha H. Arana Ercilla y Sergio Alejandro Rodríguez Jerez, 187-201. Colombia: Universidad Sergio Arboleda. <http://hdl.handle.net/11232/1941>
- Selznick, Benjamin S., Luara Dahl, Ethan Youngerman y Matthew Mayher. 2022. «Equitably Linking Integrative Learning and Students' Innovation Capacities». *Innovative Higher Education* 47, n° 1: 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10755-021-09570-w>
- Sierra, María Caridad y María Rosa Fernández-Sánchez. 2019. «Gamificando el aula universitaria. Análisis de una experiencia de Escape Room en educación superior». *Revista de Estudios y Experiencias en Educación* 18, n° 36: 105-115.

Aprendizaje e interacción académica en Gestión de Medios a través de Wooclap

María José Pérez-Serrano¹; Miriam Rodríguez Pallares²; Manuel Fernández Sande²; Concha Pérez Curiel²

Resumen. Este trabajo forma parte del Proyecto de Innovación-Docencia (ref. 395) de la Universidad Complutense de Madrid que desarrolla un equipo interdisciplinar, interfacultativo, interuniversitario, de diferentes colectivos y nacionales y que lleva por título «Aplicación de Wooclap integrado en Moodle a la interacción de comunidades interculturales en Periodismo (AWI-Media)» (ref. 395). Resumidamente, se basa en la utilización de Wooclap en periodismo para mejorar el conocimiento y el *engagement* del alumnado tanto en grado como en postgrado. La novedad radica en la aplicación procedimental en contextos interculturales y la correlación de resultados cuantitativos.

Palabras clave: empresa informativa; interculturalidad; metodologías de enseñanza-aprendizaje; Wooclap; periodismo.

1. Introducción

Para entender de dónde parte este trabajo es preciso señalar tres coordenadas (o claves explicativas). En primer lugar, el contexto. El proyecto que da lugar a este capítulo está dentro de los EVAs, es decir, de los Entornos Virtuales de Aprendizaje, entendidos por Salinas (2011) como espacios educativos alojados en la web, conformados por un conjunto de herramientas informáticas que posibilitan la interacción didáctica, puesto que Moodle, en tanto que es el Virtual Learning Environment (VLE) de referencia, se utiliza para acceder a

¹ Departamento de Periodismo y Comunicación Global; Facultad de Ciencias de la Información; Universidad Complutense de Madrid.

² Departamento de Periodismo II; Facultad de Comunicación; Universidad de Sevilla.

Wooclap y, además, sirve para vehicular la información relativa a las asignaturas vinculadas al proyecto.

En segundo lugar, su *leit motiv*, que no es otro que mejorar la metodología didáctica asumiendo la necesaria transformación en los roles, tareas y procedimientos del conjunto de los protagonistas de la situación docente. Teniendo en cuenta, además, que...

Los docentes nos enfrentamos a la denominada generación NET, o de nativos digitales. Han crecido y aprendido rodeados de Internet, videojuegos y teléfonos móviles, por lo que tienen una alta alfabetización digital (Chamorro Mera, Miranda González y García Gallego, 2015: 57).

Pero que sea así no significa que, en el contexto del aula, dichos alumnos se muestren siempre proactivos con las tecnologías. Estas circunstancias se acrecientan si el alumnado pertenece a primero de grado y si, además, la asignatura es la primera con la que se encuentran a su llegada a la Educación Superior.

Y, en tercer lugar, el marco académico en el que nos desenvolvemos.

Como se apuntaba con anterioridad, se trata de aplicar la herramienta Wooclap en la asignatura de Teoría de la Empresa Informativa (TEI), de 1º de Periodismo, y en la asignatura Gestión y Economía de los Medios en entornos digitales del Máster Universitario en Investigación en Periodismo: Discurso y Comunicación (que es lo de lo que vamos a hablar aquí), ambas de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense de Madrid. Y hacerlo teniendo en cuenta la realidad intercultural que, sobre todo gracias a la comunidad sinohablante, se genera en nuestras aulas.

Debemos aclarar que, aunque ambas materias forman parte de la Unidad de Empresa Informativa del Dpto. de Periodismo y Comunicación Global, los rasgos identitarios de ambas son distintos y pensamos que Wooclap, que no es específicamente una herramienta de evaluación, sino de dinamización, tenía que implementarse de dos formas distintas en ellas.

En el caso del Grado, se integraría Wooclap en la parte teórica, como apoyo a las exposiciones teórico-técnicas que elabora el docente y su uso no supondría rédito en la evaluación. En el Máster, por el contrario, serviría como potenciador del *engagement*, también de la comunidad sinohablante presente en nuestras aulas.

2. Bases epistémicas

Consideramos que la base de este proyecto está en el modelo TPCK (Technological Pedagogical Content Knowledge), de Mishra y Koehler (2006). En él, encuentra su eje fundamental la herramienta Wooclap (Catalina-García y García Galera, 2022), basada en 18 tipos de preguntas e integrada en el Campus Virtual de la Universidad Complutense de Madrid, que sirve para interactuar, captar la atención y medir la comprensión de lo explicado en clase. Y cuyo acceso y desarrollo, siempre fomentando el uso responsable del dispositivo móvil del alumnado, se hace a través de un código QR.

Tal como se ha señalado, para este trabajo diseccionamos la experiencia de Wooclap en la asignatura de Máster. Con ella, se pretendían cumplir los siguientes objetivos:

- OG1. Aplicar herramientas docentes que aporten un cierto grado de novedad a una disciplina tradicionalmente considerada de corte magistral, y que posibiliten un mayor grado de aprehensión de la teoría. Lo que se manifiesta en:
 - OE1.1. Integrar Wooclap a las exposiciones teóricas, con el fin de fomentar la conexión con el alumnado y que su atención no se disperse.
 - OE1.2. Emplear Wooclap como instrumento de aprendizaje participativo.
- OG2. Lograr una mayor implicación por parte del alumno (*engagement*, en el sentido de Mosher y McGowan, 1985) en el aprendizaje de Gestión de Medios.
- OG3. Plantear sistemas de valoración basados en Wooclap insertos en la evaluación continua, que ayuden a conocer de la mejor forma posible si se ha llegado a tener un conocimiento suficiente de lo explicado. Más aun teniendo en cuenta las características idiosincrásicas de la asignatura de Máster.

3. Experiencia docente con Wooclap

A. Planteamiento

En esta materia, el número de alumnos de otras nacionalidades y con un nivel idiomático diverso, supone a veces un problema de comunicación y seguimiento. Es decir, pretendíamos que, en el Máster, Wooclap sirviera como potenciador del *engagement*. De ahí que introdujimos el término «interculturalidad», puesto que, aunque nos debatíamos con el de «multiculturalidad», consideramos que, mientras lo segundo habla de la presencia de diversas culturas con contenidos específicos, lo intercultural pone el énfasis en los puntos de contacto y por consiguiente en el necesario diálogo entre culturas. Y eso, precisamente, era lo que queríamos conseguir.

Por lo tanto, entendemos la interculturalidad del aula de Gestión y Economía de los Medios en entornos digitales como

el principio y proyecto para la mejora de las acciones y relaciones entre las culturas, configurada mediante el diálogo y el encuentro compartido entre todos los estudiantes, el profesorado y las comunidades participantes (Domínguez, 2006: 12).

En nuestro caso, este rasgo tiene presencia significativa (en la Figura 1 se muestran los porcentajes y las nacionalidades de nuestro alumnado: 88,9% internacional y 11,1% nacional), y supone también un contexto de enseñanza-aprendizaje, que ha cambiado debido, sobre todo, a la nueva realidad social que representa el microcosmos del aula, donde la diversidad es una clara y positiva característica y donde los discentes aportan, además, de un *background* esencial de conocimiento, un equipaje imprescindible de experiencia vital, convirtiendo al docente en plausible testigo de los cambios, conductor ineludible de las nuevas circunstancias, y buscador de lo mejor de cada una de las realidades presentes, para que contribuyan al conocimiento integral.

Por lo tanto, es una riqueza, pero también un reto (si los alumnos no hablan correctamente el idioma en el que se imparte la asignatura y sirve de lengua vehicular en el aula).

Figura 1. Distribución por países de los alumnos.

Alemania	1	5,56%
China	13	72,22%
España	2	11,11%
Estados Unidos	1	5,56%
México	1	5,56%
Total	18	100,00%

Fuente: elaboración propia.

B. Análisis

Con todo ello, más el plausible potencial pedagógico y digital de Wooclap para las comunidades interculturales de estudiantes y la progresión de su conocimiento, nos pusimos en marcha en la materia correspondiente al Máster Universitario en Investigación en Periodismo: Discurso y Comunicación.

Figura 2. Calificaciones de los alumnos de la asignatura del Máster.

Alumno/a	Tema 1 - Wooclap	Tema 2 - Wooclap y escrito	Tema 3 - Wooclap	Tema 4 - Wooclap y escrito	Tema 5 - Wooclap	Media temas con Wooclap	Media temas mixto	Diferencia
1	8,57	6,73	4,67	1,50	7,00	6,75	4,12	2,63
2	6,43	6,34	7,33	4,20	8,00	7,25	5,27	1,98
3	7,14	9,31	7,33	8,30	8,00	7,49	8,80	-1,31
4	6,43	6,53	8,00	0,00	6,00	6,81	3,27	3,54
5	1,43	3,46	7,33	1,80	4,00	4,25	2,63	1,62
6	9,29	6,92	5,33	3,10	9,00	7,87	5,01	2,86
7	5,00	6,83	4,00	1,50	8,00	5,67	4,17	1,50
8	7,14	5,55	8,00	5,50	8,00	7,71	5,52	2,19
9	7,86	7,67	6,00	5,70	5,00	6,29	6,69	-0,40
10	8,57	7,52	7,33	7,50	9,00	8,30	7,51	0,79
11	7,86	9,26	6,00	8,80	9,00	7,62	9,03	-1,41
12	5,00	6,19	8,00	6,10	8,00	7,00	6,14	0,86

13	8,57	6,23	6,00	3,70	8,00	7,52	4,97	2,56
14	5,71	7,87	7,33	3,00	7,00	6,68	5,43	1,25
15	3,57	6,92	7,33	3,00	8,00	6,30	4,96	1,34
16	7,27	6,98	8,00	5,00	8,00	7,76	5,99	1,77
17	7,14	6,14	6,67	5,00	9,00	7,60	5,57	2,03
18	0,71	7,92	5,33	3,20	6,00	4,02	5,56	-1,54
Medias totales						6,83	5,59	1,24

Fuente: elaboración propia.

Con vocación de realizar un pre-test (o la fase iniciática) del proyecto, durante el segundo cuatrimestre del curso académico 2022-23, las características de nuestra clase de Gestión y Economía de los Medios en entornos digitales eran que un 72,22% del total de los alumnos eran estudiantes sinohablantes y, de ellos, el 84,61% tenían un conocimiento idiomático del castellano limitado o muy limitado, lo que, dada además la naturaleza conceptual de materia hacen que se complique el hecho de que el alumnado interactúe y el docente capte su atención.

Así las cosas, desarrollamos, para los cinco bloques en que se divide la materia, cinco pruebas. Tres de ellas (temas 1, 3 y 5) diseñadas solo a través de Wooclap y dos, mixtas (con Wooclap y escritas).

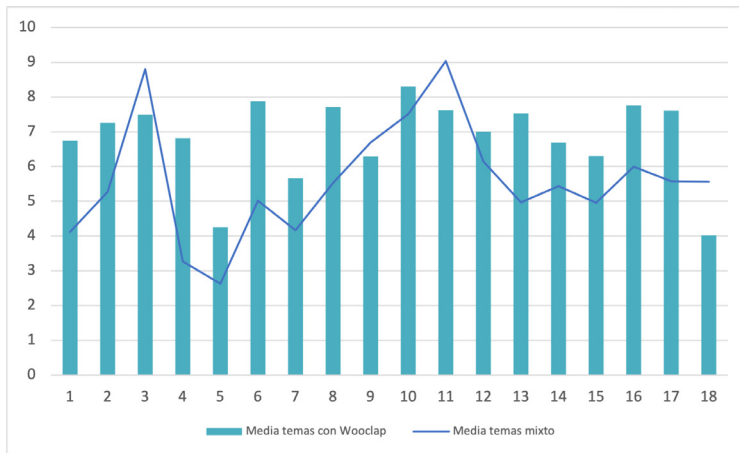
Figura 3. Ejemplo de pregunta en el Wooclap del bloque 5.



Fuente: elaboración propia.

Los datos demuestran que (sin tener en cuenta la posible dificultad creciente de la materia) que la media de las calificaciones mejora 1,24 puntos si se emplea solo Wooclap, es decir, la puntuación es 22,18% más alta. Además, las calificaciones individuales de los 18 alumnos en las medias de los dos tipos de pruebas realizadas y, como ven, solo en el 22,22% de los casos las pruebas mixtas les resultan más positivas.

Figura 4. Calificación numérica en la materia.



Fuente: gestión de Economía de los Medios en entornos digitales/Elaboración propia

C. Resultados

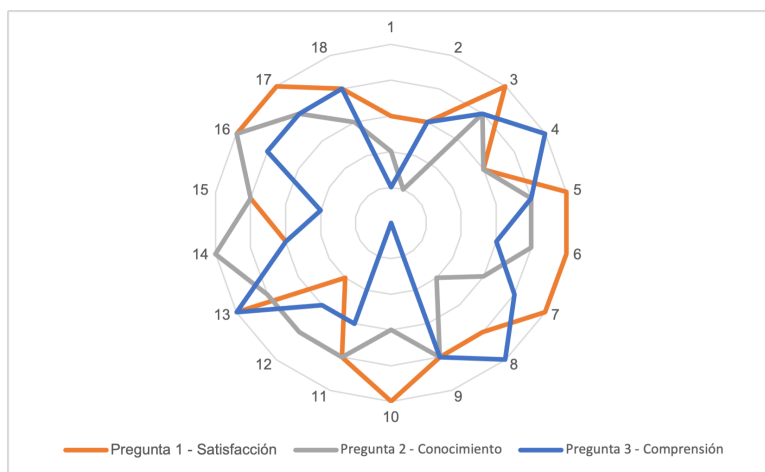
Los resultados a los que hemos llegado (aunque la experiencia todavía es reducida) son satisfactorios y giran sobre estos ejes (los dos primeros vinculados a los alumnos y el tercero al proceso):

- Calificaciones globales. Como ya hemos dicho, aumentan un 22,12% como media si se emplea Wooclap (aunque sabemos que Wooclap no es exactamente una herramienta de evaluación).
- *Engagement* e interrelación. Supimos que mejora. Con el objetivo de saber qué opinión tenían los discentes de la aplicación pasamos una micro encuesta compuesta por tres preguntas con escalas Likert (valores del 1 al 5) al término de las sesiones de clase (mayo 2023). Las cuestiones fueron:

1. Valora tu grado de satisfacción respecto a la facilidad de uso de la aplicación Wooclap en esta asignatura.
2. ¿Crees que refleja tu conocimiento de la materia una prueba con Wooclap?
3. ¿Consideras que la herramienta facilita la comprensión de la prueba a los estudiantes con otras lenguas maternas?

Y los resultados de las tres preguntas muestran que las media está, en los tres casos, por encima de 3 (\bar{X} : 3,67): 4,1, para la primera pregunta; 3,5, para la segunda, y 3,39, para la tercera.

Figura 5. Respuestas por alumno de cada una de las preguntas.



Fuente: Gestión de Economía de los Medios en entornos digitales/Elaboración propia

Además, superados los momentos iniciales de adecuación a la herramienta y dudas técnicas, los alumnos manifestaron interés por la herramienta y su aplicación en la docencia universitaria. Además, también sirvió para romper barreras y lo que, al principio, parecía un sistema muy individualista, hizo que surgieran dudas técnicas que los alumnos se afanaban ellos mismos por resolver.

- Replicación. Se ha establecido esta experiencia como prioritaria dentro de la disciplina Empresa Informativa con posibilidad de desarrollarla en otros grupos y niveles del Grado de Periodismo.

4. Conclusión

Por tanto, las conclusiones, que muestran la eficacia de esta herramienta son las siguientes:

- Ha aumentado la imbricación, a través del entorno digital, de los saberes, habilidades, y destrezas.
- Ha prolongado la relación de los discentes, potenciando la comunidad educativa en el aula.
- Ha demostrado la pertinencia y viabilidad del carácter formativo de la evaluación.
- Ha logrado que el desiderátum de la exigida innovación permanente en la praxis del aula redundase en algunos indicadores como las notas de los alumnos.

En resumen, los primeros correlatos apuntan a que la aplicación de Wooclap no solo mejora el aprendizaje de la materia, sino que logra que el alumnado, también de otras lenguas, se integre, interactúe y se relacione mejor en el contexto del aula. Y se corrobora la tesis (Pérez Serrano & Pérez Camacho, 2010) que señala que «aprendo si entiendo, entiendo si atiendo y atiendo si me interesa, con lo cual, el interés es el núcleo de la motivación».

Referencias bibliográficas

- Catalina-García, Beatriz y María del Carmen García Galera. 2022. «Innovación y herramientas hi-tech en la docencia del periodismo. El caso de Wooclap». *Doxa Comunicación. Revista Interdisciplinar de Estudios de Comunicación y Ciencias Sociales*, n.º 34: 19-32. <https://doi.org/10.31921/doxacom.n34a1141>.
- Chamorro Mera, Antonio, Francisco Javier Miranda González y José Manuel García Gallego. 2015. «Los simuladores de empresa como instrumentos docentes: un análisis de su aplicación en el ámbito de la dirección de marketing». *REDU. Revista de Docencia Universitaria* 3, n.º 13: 55-71. <https://tinyurl.com/2s374t3e>.
- Domínguez Garrido, María Concepción. 2006. *Investigación y formación del profesorado en una sociedad intercultural*. Madrid: Universitas.
- Mishra, Punya y Matthew J. Koehler. 2006. «Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge». *Teachers College Record* 108, n.º 6: 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>.

- Mosher, Ralph y Bradford MacGowan. 1985. *Assessing Student Engagement in Secondary Schools: Alternative Conceptions, Strategies of Assessing and Instruments*. Wisconsin: University of Wisconsin.
- Pérez Serrano, María José. 2023. «Aplicación de Wooclap integrado en Moodle a la interacción de comunidades interculturales en Periodismo (AWIMedia)». Proyectos Innova–Docencia, Universidad Complutense de Madrid.
- Pérez Serrano, María José y José Pérez Camacho. 2010. «Prospectiva del proceso evaluador en asignaturas de Ciencias de la Comunicación en el marco de Bolonia». En *Investigación e innovación en la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*, ed. por Pedro García González y Francisco Javier Jiménez Muñoz, 311-319. Madrid: Ramón Areces.
- Salinas, María Isabel. 2011. «Entornos Virtuales de Aprendizaje en la Escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente». Exposición, Universidad Católica de Argentina. https://cdn.goconqr.com/uploads/media/pdf_media/19450985/a6069975-0a82-4fe9-ae15-3f76cfef8f71.pdf.

Creación de una comunidad de aprendizaje para el desarrollo de una estructura de mentorizaje vertical y generación de contenidos digitales para la formación en competencias de investigación y mejora de la empleabilidad

Ricardo Llorente¹; Eva M. Marco²; Alberto Lázaro¹; Beatriz Martín-Sánchez¹; Diego San Felipe¹; Blanca Jiménez Prieto¹; Miguel A. Martínez-López¹; Sara Rubio-Casado¹; Meritxell López-Gallardo¹

Resumen. El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se ha empleado con éxito en la educación debido, entre otras cosas, a que permiten un marco más flexible y centrado en el estudiante. Su aplicación en el ámbito de los trabajos de Fin de Grado (TFG) o de Fin de Máster (TFM) no está tan extendida. En el contexto de las áreas relacionadas con la Ciencias Biomédicas la realización de estos trabajos suele suponer la entrada en un laboratorio y esto supone una transición de un entorno académico a un entorno laboral en el que los estudiantes desarrollarán un trabajo de investigación, mejorando y adquiriendo una serie de competencias (trabajo en equipo, búsqueda bibliográfica, análisis crítico, etc.). Consideramos que el uso de las TIC puede suponer una ventaja para favorecer esta transición y mejorar la adquisición de la formación requerida. En este trabajo nuestros objetivos fueron facilitar una formación a los estudiantes a través de la creación de una comunidad de aprendizaje utilizando herramientas *on-line*

¹ Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid.

² Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid.

e implicando activamente en la formación a los miembros no docentes del equipo de investigación.

Se creó una comunidad de aprendizaje jerarquizada en la que los profesores del grupo gestionaron las actividades y el desarrollo del proyecto, mientras que los investigadores predoctorales fueron los «mentores» de los estudiantes de Máster, y los estudiantes de Máster fueron los «mentores» de un estudiante de Bachillerato. Se usó la aplicación MS-Teams con el fin de coordinar las actividades formativas, la comunicación fluida y generar un repositorio de material de formación consistente en vídeos en los que se explicaban diferentes protocolos de técnicas experimentales y uso de aparatos, así como seminarios con información general sobre la metodología científica. Para evaluar la formación y su calidad se usaron rúbricas de modo que los «mentores» evaluaron el desempeño de los «telémacos» y los «telémacos» también evaluaron el desempeño de sus «mentores». También se encuestó a los estudiantes usando la herramienta «Google Forms» para conocer la satisfacción con la metodología. Como resultado se generó un banco de siete videos-tutoriales subtítulos en el repositorio del MS Teams sobre diferentes protocolos de investigación y la teoría y aplicación del método científico. Las evaluaciones mostraron una evolución positiva de los estudiantes durante el aprendizaje, habiendo adquirido y mejorado en las diferentes competencias anteriormente mencionadas. También reflejaron que la calidad de la formación por parte de los «mentores» fue muy buena, remarcando su implicación y empeño porque ellos adquirieran las competencias necesarias. Las encuestas de satisfacción mostraron que la experiencia por parte de los estudiantes había sido muy positiva y consideraban tanto el uso de TIC como la labor de los mentores había sido muy útil para su formación. Por lo tanto, el uso de TIC es adecuado en el contexto de las Ciencias Biomédicas para mejorar la experiencia educativa y adquisición de competencias durante el desarrollo de un trabajo de investigación. Además, favorece a que los investigadores comiencen a formarse en actividades de supervisión y enseñanza a otros miembros del laboratorio mientras desarrollan su tesis.

Palabras clave: comunidad de aprendizaje; tic; mentor; carrera investigadora; ciencias biomédicas; investigación; empleabilidad.

1. Introducción

El Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES), definido en el Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, establece los cuatro niveles que debe permitir situar a una persona según su nivel de aprendizaje adquirido y certificado, y se establecen los niveles de Grado (Nivel 2), Máster (Nivel 3) y Doctorado (Nivel 4). En todos ellos se establecen competencias (a diferentes niveles) referidas a la adquisición de conocimientos teóricos: ser capaces de recopilar e interpretar datos, comprender de forma detallada y fundamentada los diferentes aspectos teóricos y prácticos, así como la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio, evaluar y seleccionar la metodología precisa en un campo determinado, o ser capaces de formular juicios a partir de la información disponible (capacidad de razonamiento crítico) y desarrollar propuestas alternativas nuevas e innovadoras que permitan avanzar en el conocimiento. En el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) la realización de los Trabajos de Fin de Grado (TFG), Trabajos de Fin de Máster (TFM), o Trabajos Fin de Grado-Máster (TFGM, en Grados como el de Medicina), se establece como uno de los sistemas para la verificación de la correcta adquisición de las competencias y habilidades que permiten al estudiante responder adecuadamente a las futuras demandas de su desempeño profesional y progresar humana y académicamente. Por lo tanto, el correcto desarrollo de estas competencias no solo va a incidir en la adquisición de nuevos conocimientos del estudiante, sino, que son imprescindibles para su preparación para el mundo laboral y por lo tanto inciden de forma determinante en su futura empleabilidad.

El uso de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) se han empleado durante estos años en diferentes ámbitos educativos, desde la educación secundaria a la educación universitaria superior, transformando el modo de enseñar, la forma de adquirir conocimientos y competencias, así como la actualización que debe recibir el profesorado para usar estas herramientas de forma adecuada (ver para revisión). Sin embargo, su uso en las últimas etapas de la enseñanza superior, es decir, en la realización y elaboración de los TFGs y TFMs no ha sido tan frecuente.

En el ámbito de las Ciencias Biomédicas, en muchos casos, el desarrollo de TFGs y TFMs implica la realización de un trabajo experimental, para ello han de incorporarse y formar parte de un grupo de investigación. Esto conlleva el desarrollo de diversas competencias y habilidades, por un lado, relacionadas con el trabajo de investigación, como aprender a realizar bús-

quedas de información en bases de datos especializadas, formalizar hipótesis de trabajo relevantes en el campo de estudio, así como a plantear objetivos específicos para contrastarlas. También competencias más específicas del trabajo de investigación en un laboratorio, como ser capaces de realizar diseños experimentales, identificar las técnicas experimentales a realizar, siendo conscientes de las ventajas y limitaciones de cada una de ellas. Finalmente, competencias globales necesarias para su desarrollo profesional y personal dentro de la sociedad, es decir, la capacidad de tener pensamiento crítico, y las destrezas y estrategias que les permitan comunicar y difundir los resultados alcanzados en su experimentación. Todo esto deberán llevarlo a cabo en el seno de un grupo, lo cual posibilita el desarrollo de otras competencias o habilidades como son: el trabajo en equipo, la gestión y organización del tiempo, la planificación y organización de tareas, etc. En su conjunto, todas estos conocimientos, destrezas y habilidades aportarán a los estudiantes la capacidad del ejercicio profesional en el ámbito de la investigación en Ciencias Biomédicas, considerando siempre como eje central del mismo la honestidad, ética, y buenas prácticas en la investigación.

En base a nuestra extensa experiencia en la formación de estudiantes que han realizado sus TFGs, TFMs, o TFGMs, en nuestro grupo de investigación, consideramos que la aplicación de las TICs podría ser una herramienta esencial para facilitar su transición al contexto profesional del laboratorio donde deberán desarrollar su trabajo de forma autónoma, responsable, y coordinada con el resto de los miembros del grupo. La preparación, realización y desarrollo de estas TICs permitirá al grupo también fortalecer y potenciar sus competencias digitales y de comunicación, ya que la transferencia del conocimiento es una de las piezas clave en la investigación actual y del futuro.

Además, el trabajo dentro de un grupo de investigación proporciona el entorno ideal para la organización de este como una comunidad de aprendizaje en la que en la formación del estudiante contribuyan todos componentes del equipo, utilizando su experiencia profesional como base de la formación. De este modo el propio desarrollo del trabajo es uno de los pilares formadores y, además, los miembros no docentes del equipo investigador desarrollan también competencias en este ámbito, mejorando su experiencia y ampliando competencias, adquiriendo habilidades de gestión de personal y liderazgo.

2. Metodología

2.1. Establecimiento de la comunidad de aprendizaje

Conformación del grupo de investigación como comunidad de aprendizaje jerarquizada en la que el personal de estratos superiores («mentores») ejerció labores de mentorización sobre el personal de estratos inferiores («telémacos») (fig. 1). El primer estrato estaba formado por el personal PDI que imparte clases de asignaturas relacionadas con las Ciencias Biomédicas, quienes gestionaron y coordinaron la evolución del proyecto, interviniendo en la creación del material y ayudando en el proceso de formación del resto de estratos. El siguiente estrato estaría formado por investigadores predoctorales, que serían los «mentores» de los estudiantes de TFM («telémacos») guiando su formación y evaluando su desempeño. Además, también participaron en la realización del material formativo. El tercer estrato estaría formado por los estudiantes de TFM que se implicarían en la formación como «mentores» de un estudiante de Bachillerato fruto de una colaboración que tiene el grupo de investigación con el instituto público de Las Musas (Madrid). Este estudiante también tenía que realizar un trabajo de investigación dentro de un proyecto que se desarrolla entre estudiantes de excelencia de la Comunidad de Madrid.

Se usó la plataforma «Microsoft Teams» para la coordinación y desarrollo de reuniones en un entorno *online*, así como para su empleo como repositorio del material que se desarrollará durante la realización del presente proyecto:

- Tener un medio de comunicación entre los miembros del equipo.
- Organizar las tareas y actividades formativas.
- Crear un repositorio del material formativo.
- Realizar tutorías, consultas y reuniones virtuales.

2.2. Creación de un repositorio de material formativo

El repositorio de material formativo consistió en serie de vídeos que se usaron como material formativo. Los vídeos se grabaron con una Tablet Samsung y se editaron, arreglaron y montaron con el programa Camtasia 9.0. Posteriormente se subieron al equipo de MS TEAMS usando la aplicación «Microsoft Stream» que permite que los vídeos se puedan ver en «*stream*», así que este material

puede visualizarse las veces que sean necesarias y cuando se quiera, facilitando la memorización y el acceso a la información. Esta aplicación también genera subtítulos de forma automática y permite editarlos, con lo que se puede corregir los posibles errores de transcripción. Este subtítulo perseguía facilitar la accesibilidad a una mayor diversidad del estudiantado, de forma que se reduzcan las posibles barreras para acceder a su contenido.

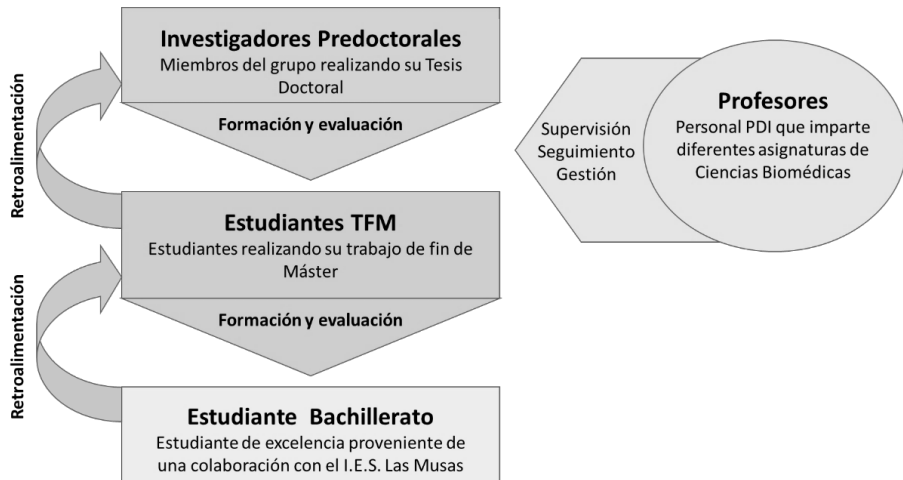


Fig 1. Esquema de la organización de la comunidad de aprendizaje jerarquizada y sus funciones.

2.3. Sistema de evaluación mediante rúbricas

Se crearon dos tipos de rúbricas, de forma que con una se valorara tanto el desempeño de los «telémacos» y con otra el desempeño de los «mentores»:

- Los «mentores» evaluaron a los «telémacos» usando una rúbrica donde se valoraron 5 ítems:
 - Presencialidad: se evalúan aspectos como la asistencia y la puntualidad.
 - Actitud: se valora la implicación del estudiante en el trabajo, si se muestra proactivo durante el trabajo, presta atención e incluso interviene en las discusiones relacionadas con los experimentos en realización.

- Autonomía: se valora si el estudiante ha hecho uso del material aportado y su capacidad para trabajar de forma individual fuera del entorno de trabajo.
- Trabajo en equipo: se evalúa la capacidad del estudiante para trabajar con el resto de los compañeros, así como su actitud para ayudar a los demás.
- Progresión: se valora cómo ha ido mejorando el estudiante a lo largo de su estancia en el laboratorio, desde que comenzó a trabajar hasta que se ha realizado la evaluación. Aquí entraría la evaluación tanto de la destreza alcanzada para realizar diferentes técnicas instrumentales como la capacidad de comunicarse y nivel de conocimientos.
- Los «telémacos» evaluaron la labor de los «mentores» usando otra rúbrica en la que se valoraban 3 ítems:
 - Docencia: se valora la capacidad del tutor para explicar las técnicas y trasfondo teórico asociado de forma clara, así como se valora el nivel de conocimiento de lo explicado y su capacidad de estructurar el discurso
 - Disponibilidad: se evalúa si el tutor establece tutorías de forma frecuente y está accesible para responder cualquier tipo de duda.
 - Actitud: se evalúa el trato del profesor al estudiante, su nivel de educación e implicación con la mejora del estudiante en el entorno del trabajo.

Además, con el fin de conocer la experiencia subjetiva de los estudiantes se realizaron una serie de encuestas a través de la plataforma Google Forms, en la que indicaban su grado de satisfacción con la formación recibida, el material aportado, las aplicaciones informáticas usadas y el equipo docente que había estado guiándoles en el proceso. Estas encuestas tenían frases que debían valorarse del 1(en total desacuerdo) al 5 (totalmente de acuerdo).

2.4. Desarrollo de la metodología

1. Preparación y realización de los vídeos de seminarios sobre la actividad investigadora por parte del personal PDI (profesores) junto con los investigadores predoctorales.

2. Preparación de los guiones y la grabación de los videos sobre las técnicas experimentales a desarrollar. Realizado por el personal PDI con la colaboración de los investigadores predoctorales.
3. Difusión y visualización del material TIC preparado por parte de los profesores, el cual se subió al equipo de MS TEAMS y los «mentores» (investigadores predoctorales y estudiantes de TFM) se encargaron de contactar con los «telémacos» para que supieran que tenían a su disposición ese material y lo fueran visualizando.
4. Tras un tiempo en el que los «telémacos» habían tenido acceso al material formativo, y por lo tanto tenían cierta formación previa los mentores bajo la supervisión de los profesores les invitaron a las instalaciones del laboratorio donde les explicaron las diferentes tareas a realizar y los objetivos que se esperaban alcanzar.
5. Seguimiento de las actividades de investigación de «telémacos» y mentores a través de reuniones periódicas en las que participaba toda la comunidad de aprendizaje, dirigidas por el personal PDI. Estas reuniones incluían actualizaciones de la información y el trabajo que se iba realizando, así como resolución de dudas o problemas que fueran surgiendo durante el desarrollo de los diferentes trabajos.
6. Valoración y evaluación de la formación recibida, la progresión de los «telémacos», el desempeño de los mentores, la calidad de la enseñanza, así como de la experiencia de aprendizaje.

3. Resultados y discusión

A lo largo del desarrollo del proyecto se logró establecer una comunidad de aprendizaje, en la que no solo se fueron formando los estudiantes gracias a las personas que están realizando su actividad profesional en el laboratorio, sino que también se fueron formando en labores docentes, tanto el personal predoctoral como los estudiantes de Máster, adquiriendo competencias relacionadas con la investigación y el trabajo de laboratorio y competencias relacionadas con la actividad docente, habilidades en supervisión de personas, y estrategias de liderazgo:

- Los investigadores predoctorales han dirigido a los tres estudiantes que han desarrollado su TFM en nuestro laboratorio, y estos estu-

diantes de Máster a su vez, han compatibilizado aprendizaje con la mentorización de un estudiante de Bachillerato. En ambos casos les han ayudado a formarse en algunas de las técnicas que utilizamos en el laboratorio, en la metodología empleada en la investigación básica, y en los principios básicos de escritura y divulgación científica.

- El personal PDI (profesores) no solo ha sido el responsable de planificar y dirigir la elaboración del material formativo y la distribución de roles en la comunidad, también ha tutorizado durante todo el proceso a todos los implicados en el desarrollo de los diferentes trabajos, resolviendo las dudas que pudieran surgir y ayudando en los aspectos técnicos y de ámbito docente a los diferentes miembros de la comunidad.

Se generó un repositorio de vídeos subtítulos que eran de dos tipos:

1. Vídeos con seminarios en los que se explicaban diversos temas relacionados con la actividad investigadora.
 - Uso del MS Teams (16 minutos), dirigido a enseñar el manejo de la plataforma y las posibilidades que ofrece en docencia y comunicación.
 - El método científico (11 minutos). El objetivo de este video fue mostrar las diferentes partes por las que se rige en método científico y también como se aplica en la escritura de un artículo.
 - Cómo citar en ciencias (8 minutos): Muestra la importancia de la búsqueda de información, el manejo de bases de datos, el correcto uso y citación de las fuentes usadas, así como por qué se debe evitar el plagio.
2. Vídeos de protocolos y manejo de instrumentos que se utilizan en el laboratorio. Estos vídeos de unos 20-30 minutos de duración tenían dos partes:
 - Pequeña explicación sobre el problema que se busca resolver con el uso de esa técnica o instrumento y la base teórica de la misma.
 - Desarrollo de la técnica mostrando y explicando los pasos que se van dando o explicación del manejo del aparato.
 - Un vídeo sobre procesamiento de muestras para microscopía y manejo del criostato (26 minutos) en el que se explica cómo se procesan muestras de tejido animal para su mantenimiento y posterior corte.

- Vídeo de planificación y fundamentos de una tinción de inmunofluorescencia (26 minutos) en el que se enseña la base teórica de la técnica y como se realizan los cálculos y preparación de los reactivos.
- Vídeo del protocolo de la inmunofluorescencia (26 minutos) en el que se muestran los pasos para realizar la técnica, con consejos útiles para que se haga correctamente.
- Un vídeo donde se muestra el uso del microscopio óptico (18 minutos) en el que se explica el manejo de este aparato, sus partes, y el *software* asociado para visualizar muestras y tomar fotos de las mismas.

La elaboración de este material formativo, el uso de MS TEAMS y la difusión de la información ha permitido tanto al profesorado, los mentores y los «telémacos» mejorar sus competencias digitales, adquiriendo destrezas en el manejo de TIC, programas de edición de vídeos, de subtítulos, y sus posibilidades en la formación de nuevos profesionales.

4. Evaluación

Respecto a la evaluación de los «telémacos», en el caso de la valoración de los tres estudiantes de TFM (fig. 2A) por parte de sus dos «mentores» se observa que su «presencialidad», «actitud» y «autonomía a lo largo del proceso» fue notable. El ítem relativo «trabajo en equipo» recibió una valoración buena aunque es cierto que dada la desviación estándar indica que fue muy variable entre los diferentes estudiantes de TFM. Hay que destacar la gran valoración del ítem «progresión» cuyo valor indica que los tres estudiantes habían avanzado mucho durante el proceso de formación desde su comienzo a juzgar por parte de sus mentores. En cuanto al estudiante de Bachillerato, los resultados de la evaluación (fig. 2B) mostraron que sus «mentores» (los estudiantes de TFM) valoraron su «presencialidad» y «actitud» y «trabajo en equipo» con casi la máxima puntuación. El ítem algo menos valorado el de «autonomía», que aun así tiene una puntuación muy elevada. En cuanto a su «progresión» también fue muy bien valorada por parte de los mentores, indicando que la percepción de sus formadores sobre cómo había ido alcanzando los objetivos de formación, y adquiriendo y/o mejorando las competencias relacionadas con el trabajo de investigación en el contexto de las Ciencias Biomédicas era

muy positiva. Los resultados de la evaluación en su conjunto destacan que la mentorización ha servido para que los «telémacos» progresen en su aprendizaje, alcanzando los objetivos de formación planteados. Además, ha permitido una mejora en su inclusión en un equipo de trabajo y la realización de una actividad a nivel profesional. Es importante destacar que esta evaluación nos permite ver en qué aspectos de la adquisición de competencias se pueden mejorar, y que además puede ser utilizada como herramienta para la parte de la evaluación final del TFG o TFM de los estudiantes, haciendo que sea más representativa del trabajo que se ha desarrollado.

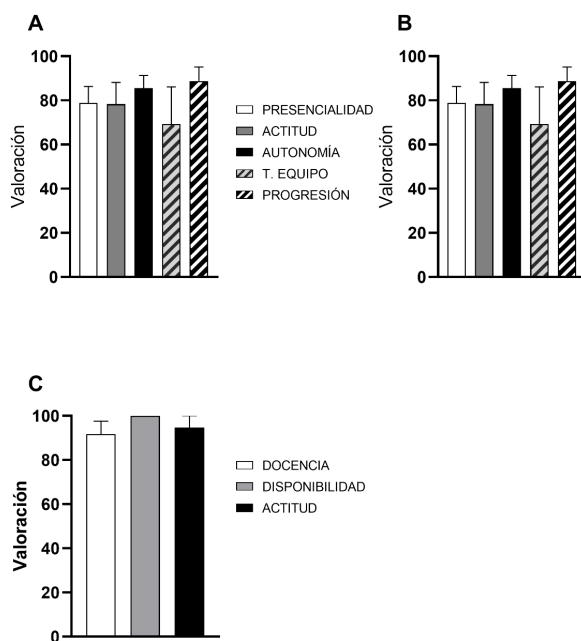


Fig. 2. Histogramas que muestran el promedio \pm desviación estándar de los resultados obtenidos de las rúbricas de evaluación. **A;** resultado de los 5 ítems evaluados por los investigadores predoctorales sobre el desempeño de los estudiantes de TFM. **B;** resultado de los 5 ítems evaluados por el estudiante de TFM del desempeño del estudiante de Bachillerato. **C;** evaluación de los tres ítems que reflejan el desempeño de los «mentores» por parte de los «telémacos». En la evaluación estuvieron implicados dos investigadores predoctorales, dos estudiantes de máster y un estudiante de Bachillerato.

En cuanto a la valoración de la formación recibida por parte de los «telémacos» respecto a la actuación de sus mentores, la evaluación en conjunto

(fig. 2C), es decir, tanto de los tres estudiantes de TFM a los investigadores predoctorales, como la del estudiante de Bachillerato a los estudiantes de TFM que se implicaron en su formación, se observó que, en los tres ítems, «docencia», «disponibilidad» y «actitud» las valoraciones eran casi máximas sin apenas dispersión en los datos. Es decir, tanto la labor formativa de los investigadores predoctorales como de los estudiantes de TFM, como la calidad de la enseñanza que han sido capaces de alcanzar ha sido percibida como muy positiva. A pesar de que la experiencia como docentes o formadores de estos miembros de la comunidad de aprendizaje es escasa se puede apreciar que han sabido explicar las diferentes técnicas que debían aprender los «telémacos», acompañarlos a lo largo del proceso, resolver sus dudas de forma eficiente y ayudarles a alcanzar sus objetivos. Es decir, esta metodología ha servido también para que el personal no docente de un grupo de investigación mejores o adquiera competencias relacionadas con la difusión de la información, el manejo de personal y habilidades relacionadas con el liderazgo.

En cuanto al análisis de las encuestas realizadas por los «telémacos» sobre cómo consideraban que había sido su formación, la estrategia y herramientas empleadas, indicó que respecto a lo que habían aprendido sobre el campo de las Ciencias Biomédicas, el método científico y las técnicas empleadas fue muy positivo, ya que les había servido para aprender nuevas técnicas y conceptos que antes no conocían. También mostraron que los «telémacos» estaba muy satisfechos con la calidad de los materiales aportados y su accesibilidad gracias al uso de TIC. Por último, tanto la labor de los tutores como la relación con el resto del grupo en la formación fue percibida muy positivamente por los «telémacos». En resumen, las encuestas reflejaron que los «telémacos» consideraron que la metodología empleada les había ayudado a aumentar sus conocimientos y a desarrollar nuevas destrezas y actitudes relacionadas con el trabajo realizado, gracias tanto el uso de TIC (MS-Teams, los vídeos formativos) como la labor de los mentores y los diferentes miembros del grupo de investigación.

Todos los resultados en su conjunto indican que el uso de TIC es muy útil para coordinar una comunidad de aprendizaje y el acceso a diferentes materiales formativos. Además, el método de mentorización utilizado, en el que se ha establecido un acompañamiento de los estudiantes durante todo el desarrollo de su trabajo ha sido esencial para mejorar su formación, facilitando el aprendizaje de las diferentes técnicas empleadas en la investigación y la adquisición de conocimientos relacionados con la metodología científica,

la divulgación, el trabajo en equipo, etc., que los ha preparado para afrontar el futuro profesional y con ello mejorar su empleabilidad.

Este trabajo también ha servido para que todos los implicados mejoren en sus competencias digitales, al hacer frente a las dificultades asociadas a la realización de vídeos, de manera que sean claros e informativos a la vez que despierten interés por la formación que ofrecen, haciendo además que se adapten a la diversidad que pueda existir. También a mejorar la capacidad de comunicar usando un lenguaje adecuado en cada momento y adaptarlo al público al que va dirigido para que llegue adecuadamente el mensaje y en el caso de los mentores, compaginar su propia labor con la formación de otras personas, algo que no ha supuesto un reto para ellos, pero que gracias al acompañamiento del personal PDI ha sido una labor muy positiva.

5. Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos y la experiencia de los estudiantes y el equipo investigador podemos concluir que:

- La consideración del grupo de investigación como incipiente comunidad de aprendizaje, permite transmitir el conocimiento teórico y práctico de forma organizada; su organización jerarquizada permite delegar tareas y responsabilidades generando un espacio seguro de debate y discusión en el que se fomenten la diversidad la interdisciplinariedad y la comunicación efectiva entre todos sus miembros.
- El empleo de las TIC, a través de la plataforma de MS Teams, ha resultado ser una herramienta actual y efectiva para la coordinación, gestión, y manejo diario del equipo de trabajo.
- El empleo de esta metodología en el contexto del desarrollo de un trabajo de investigación en el ámbito de las Ciencias Biomédicas ha recibido valoraciones muy positivas, tanto por parte de los mentores como de los «telémacos». Además, la inversión realizada en el desarrollo de este proyecto revertirá en las generaciones futuras de «telémacos», ya que el repositorio de videos está disponible. Se realizarán actualizaciones y mejoras en los mismos y se plantea su ampliación con el fin de abarcar nuevos temas de interés en la investigación para TFGs y TFMs, como por ejemplo «consideraciones éticas del plagio», o «empleo de la inteligencia artificial en la elaboración de trabajos de

investigación», así como la grabación de nuevas técnicas experimentales puestas a punto en el laboratorio.

- Los investigadores predoctorales (postgraduados y doctorandos), gracias a su labor de mentorización, han mejorado considerablemente competencias relacionadas con la planificación y organización de tareas, responsabilidad y gestión de proyectos, supervisión de estudiantes y, de forma incipiente, en competencias de liderazgo, todas ellas habilidades blandas que mejorarán su empleabilidad futura en el entorno profesional de investigación, tanto dentro como fuera de la academia.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Universidad Complutense de Madrid, a través de la convocatoria y resolución de los Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente (Innova UCM) 2021/2022 (ref. 340).

Referencias bibliográficas

- ANECA. «El sistema universitario español y el Espacio Europeo de Educación Superior». En: http://www.aneca.es/modal_eval/docs/doc_conv_aneca1.pdf p.6.
- BOE. 2011. *BOE-A-2011-13317* <https://www.boe.es/eli/es/rd/2011/07/15/1027>.
- «Código Buenas Prácticas en Investigación». 2020. *Recurso electrónico UCM. BOUC n.º 20*. <https://www.ucm.es/apoyo-investigacion/file/codigo-bbpb-investigacion>
- Marqués Graells, Pere. 2013. «Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones». *3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC 2*, n.º 1.
- Ricci Caballo, Beatriz, Laura Alonso Díaz y Santiago Mendo Lázaro. 2022. «Competencias sistémicas que predicen la empleabilidad en Educación Social». *Educación XXI* 25, n.º 2: 201-221.

Uso de un lenguaje de programación por bloques para un estilo computacional de geometría

Angélica Martínez-Zarzuelo¹; Eugenio Roanes-Lozano¹

Resumen. Es bien conocido que el uso de lenguajes de programación por bloques en el ámbito educativo conlleva una gran variedad de aspectos positivos en este contexto. Mediante este tipo de lenguajes pueden trabajarse múltiples conceptos computacionales y matemáticos, entre otros. La geometría de la tortuga es una geometría de estilo computacional que puede desarrollarse de una forma muy visual y efectiva mediante lenguajes de programación por bloques, como Scratch. En este trabajo se detallan dos proyectos de Innovación de la Universidad Complutense de Madrid sobre esta temática.

Palabras clave: Educación Primaria, matemáticas, programación por bloques, Scratch, tecnología.

1. Introducción

Hoy en día la tecnología digital tiene presencia en prácticamente todas las actividades humanas. Dentro de este ámbito, aprender a programar se ha convertido en un proceso habitual. Actualmente existe una gran variedad de lenguajes de programación. El lenguaje Logo, creado con fines didácticos y desarrollado a finales de los años 60, es conocido especialmente por su geometría de la tortuga (Turtle Geometry o Turtle Graphics) y su aplicación a la introducción de la programación a niños [1, 2]. Durante los años 80 muchos centros educativos incorporaron la programación en sus aulas (proyecto Atenea). Sin embargo, tras muchos años de protagonismo, la programación

¹ Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Facultad de Educación-Centro de Formación del Profesorado. Universidad Complutense de Madrid.

disminuyó su presencia en el ámbito educativo. La aparición relativamente reciente de lenguajes de programación por bloques ha permitido aprender programación mediante el uso de sencillas conexiones en forma de bloques, contribuyendo al resurgimiento del uso de la programación en centros de Educación Primaria y Educación Secundaria.

Se ha llevado a cabo gran variedad de experiencias en las aulas con lenguajes de programación por bloques. Así, es bien conocido que este tipo de programación visual propicia mejoras en la motivación, la comprensión de contenidos y el desarrollo del pensamiento computacional, entre otros. Hoy en día Scratch es uno de los lenguajes de programación visual por bloques más populares en las escuelas. Existen diversos estudios que evidencian el desarrollo y el fortalecimiento del pensamiento computacional a través de la programación con Scratch, así como el aumento de la motivación en el aprendizaje de ciencias de la computación. Además, en el contexto matemático se afirma que el uso de Scratch como recurso didáctico es altamente efectivo para el desarrollo del razonamiento lógico matemático. Asimismo, existen diversas experiencias realizadas con Scratch en el contexto de la formación inicial de profesores donde los futuros docentes afirman que el uso de este lenguaje de programación puede mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Por último, mencionar que actualmente existen otros lenguajes de programación por bloques, como Snap!, que también incorporan la geometría de la tortuga, y, además, de una forma mucho más intuitiva. Este lenguaje es considerado descendiente de Scratch y con mayores capacidades de programación.

2. Metodología

Los autores, junto con otros compañeros y compañeras de la Facultad de Educación-Centro de Formación del Profesorado de la Universidad Complutense de Madrid, han trabajado en un Proyecto de Innovación de esta Universidad sobre el uso de lenguajes de programación por bloques para el desarrollo, entre otros aspectos, de la competencia matemática. Este proyecto, titulado *Aplicación de la programación visual (lenguaje Scratch) en la formación de maestros de Primaria para el desarrollo de las competencias matemática y*

*digital*² fue dirigido en el curso 2015-2016 por el profesor Eugenio Roanes Lozano.

El objetivo de este proyecto fue aplicar una metodología actual e innovadora mediante la programación visual (lenguaje Scratch) en la formación de maestros de Educación Primaria, para el desarrollo de las competencias matemática y digital.

En relación con la metodología que se empleó en este proyecto se ha de mencionar que, en primer lugar, se identificaron, siguiendo la normativa educativa, los contenidos de la etapa de Educación Primaria, susceptibles de ser tratados mediante el lenguaje Scratch, basado en una metodología de programación visual. Entre estos contenidos, fundamentalmente geométricos, se encontraron: posiciones relativas de rectas y circunferencias; sistema de coordenadas cartesianas; descripción de posiciones y movimientos, formas y figuras planas: elementos, relaciones y clasificación; clasificación de triángulos atendiendo a sus lados y sus ángulos; clasificación de cuadriláteros atendiendo al paralelismo de sus lados; perímetro y área; la circunferencia y el círculo. Elementos básicos: centro, radio, diámetro, cuerda, arco, tangente y sector circular; regularidades y simetrías, etc.

A continuación se elaboró una guía de actividades para la enseñanza de este lenguaje. Esta guía contiene una secuencia de actividades y ejercicios para ser desarrollados secuencialmente con el lenguaje Scratch (versión 2). Está pensada para un usuario principiante y es autocontenida. Se centra, especialmente, en introducir la geometría de la tortuga y en enseñar a programar, de una forma incremental, en este lenguaje.

Posteriormente se definió una metodología de enseñanza del lenguaje Scratch para estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria. Concretamente para estudiantes de la asignatura TIC para Matemáticas en Primaria del segundo curso de este grado. La metodología trataba de fomentar la participación del estudiante, tanto en la resolución de las cuestiones planteadas, como en su corrección. Así, las clases se desarrollaron en las siguientes fases: 1) exposición por el docente, introduciendo nuevos conocimientos, pero planteando, continuamente a lo largo de la exposición, interrogantes que contribúan a motivar y mantener la atención de los estudiantes; 2) planteamiento de un problema o cuestión a resolver por los estudiantes, 3) tiempo

² Componentes del proyecto: Eugenio Roanes Lozano (responsable), Angélica Martínez Zarzuelo, María José Fernández Díaz, Jesús Miguel Rodríguez Mantilla y Jorge Cujó Arenas.

para resolverla individualmente o en equipo con el ordenador, y 4) corrección de la cuestión planteada por un estudiante voluntario, proyectando el proceso en la pantalla del aula.

La aplicación de esta metodología descrita sobre enseñanza del lenguaje Scratch se realizó sobre un grupo experimental de estudiantes (51 estudiantes). Esta metodología se aplicó a este grupo durante un período de tiempo de un mes del primer cuatrimestre del curso 2015- 2016 a razón de tres horas por semana. Una vez aplicada esta metodología de enseñanza, se evaluaron los conocimientos matemáticos, los conocimientos sobre Scratch y el grado de satisfacción de los estudiantes en relación a la metodología empleada. Además de ello se seleccionó un grupo de control (60 estudiantes). Este grupo no experimentó la metodología descrita sobre la enseñanza del lenguaje Scratch y fue evaluado únicamente sobre sus conocimientos matemáticos.

Los instrumentos de evaluación elaborados constaron, por un lado, de una prueba de rendimiento de conocimientos matemáticos y conocimientos del lenguaje Scratch, y, por otro, de una escala de satisfacción con la metodología aplicada. La prueba de rendimiento fue tipo prueba objetiva, con cuatro opciones y única respuesta correcta, constando de diez ítems para la evaluación de conocimientos sobre el lenguaje Scratch y de otros diez ítems para la evaluación de conocimientos matemáticos. Cabe destacar que ambos bloques de ítems estaban relacionados ítem a ítem, en el sentido de que cada ítem de matemáticas tenía su homólogo en la parte evaluativa de Scratch. De esta manera se permitía la evaluación del tratamiento de un determinado concepto matemático con y sin ayuda del lenguaje Scratch. Para la elaboración de la prueba se consideraron, además de los contenidos matemáticos seleccionados a partir de la normativa educativa por la que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables asociados a tales contenidos. La escala de satisfacción estuvo compuesta por 32 ítems. En su estructura se contemplaron aspectos relacionados con el nivel de motivación, interés y actitud que generó la metodología, así como el impacto que la misma podría tener en el estudiante, sobre aspectos tales como autonomía, creatividad, participación activa, etc. Por otra parte se incluyeron elementos de valoración por parte del alumnado del propio lenguaje Scratch, como la facilidad de comprensión, el manejo, el entorno gráfico que utiliza, la suficiencia y adecuación de las actividades realizadas, y sobre la actitud del estudiante hacia el uso de este lenguaje en la enseñanza de la geometría cuando ejerza su labor como profesor de Primaria, etc. Finalmente, la escala valoraba la satisfac-

ción con distintos componentes de Scratch y la eficacia percibida en términos de lo aprendido y de su utilidad.

Una vez aplicados estos instrumentos a la muestra seleccionada, se analizaron los datos recogidos (mediante análisis descriptivos, diferenciales, correlacionales y clúster) y se interpretaron los resultados obtenidos (ver apartado Resultados), lo que permitió extraer conclusiones relacionadas con los objetivos planteados (ver apartado Conclusiones).

Los autores, además, junto con otros compañeros y compañeras de la Facultad de Educación-Centro de Formación del Profesorado y otras facultades de la Universidad Complutense de Madrid, están trabajando actualmente en otro Proyecto de Innovación de esta misma universidad. Este proyecto titulado *Aplicación de un lenguaje de programación por bloques a la enseñanza y el aprendizaje de conceptos matemáticos: elaboración y valoración de una guía didáctica*³ está siendo dirigido en este curso académico por la profesora Angélica Martínez Zarzuelo.

El objetivo de este proyecto es elaborar y valorar una nueva guía didáctica para la formación de futuros profesores de Educación Primaria que fomente el uso de la programación por bloques en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos matemáticos, cuando los actuales estudiantes ejerzan como docentes, a partir de la guía diseñada en el contexto del primer proyecto descrito en este documento. La guía didáctica derivada del primer proyecto ha resultado ser un muy buen material de apoyo desde su creación (año 2015). Concretamente, destacar que la información recogida mediante un cuestionario de valoración de esta guía didáctica muestra que los 40 estudiantes de un grupo de la asignatura TIC para Matemáticas de Primaria matriculados en el curso 2022-23 que hicieron uso de esta guía, opinaron de forma general que la guía es muy clara, concisa y útil. Además, destacaron su estructura, elogiando el progresivo aumento de su dificultad. Sobre los comentarios didácticos que figuran en la guía, los estudiantes opinaron que son muy clarificadores y útiles para su futuro docente. Sin embargo, un alto porcentaje de los estudiantes opinó que algunas explicaciones e imágenes de la guía generaban confusión debido a que la edición de Scratch a la que se hace alusión (Scratch 2) no coincide con la que se utiliza actualmente en el aula (Scratch 3). Con todo ello, la buena aceptación de la guía y el carácter obsoleto de la misma justi-

³ Componentes del proyecto: Angélica Martínez Zarzuelo (responsable), Eugenio Roanes Lozano, Eugenio Roanes Macías, Gustavo Adolfo Muñoz Fernández, Jesús Miguel Rodríguez Mantilla, Francisco A. González Redondo, Agata Zuzanna Czaplicka, Irene López Alberca, y María Jesús González Rodríguez.

fican la elaboración de una nueva guía didáctica, en la que, además de la actualización correspondiente a la edición del *software*, se le dote de un enfoque en el que la programación por bloques sea un medio para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

La metodología que se está siguiendo para la elaboración y valoración de la guía didáctica para la formación de futuros profesores de Educación Primaria para fomentar el uso de la programación por bloques en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos matemáticos es la siguiente: en primer lugar se han seleccionado diferentes conceptos matemáticos establecidos en la normativa educativa nacional y autonómica (Comunidad de Madrid) para la etapa de Educación Primaria, se han agrupado en función de su naturaleza, y se han determinado aquellos cuyo tratamiento con programación por bloques facilite su enseñanza y aprendizaje. A continuación se han determinado tareas que involucran la programación por bloques y la enseñanza y el aprendizaje de conceptos matemáticos propios de Educación Primaria. En relación con la elaboración de la guía didáctica propiamente dicha se han determinado los requerimientos mínimos para poder comenzar a manejar el lenguaje de programación por bloques. Además, se han combinado los enunciados de las tareas y de las descripciones de los bloques de programación en función de los bloques empleados en los procedimientos que dan respuesta a las tareas. Asimismo, se han secuenciado las tareas atendiendo a una organización adecuada de los conceptos matemáticos y sus requerimientos computacionales. Actualmente se está redactando el enunciado de cada una de las tareas que formará parte de la guía didáctica. Una vez terminada esta parte se procederá a un proceso de depuración mediante la detección y corrección de posibles errores y erratas. Por último se llevará a cabo una valoración de la guía didáctica mediante la opinión de futuros docentes de Educación Primaria. Para ello se diseñará un cuestionario basado en un sistema de dimensiones, subdimensiones e indicadores, que permita valorar la utilidad de la guía didáctica elaborada. Se analizará la validez y fiabilidad del cuestionario (mediante análisis factorial y α de Cronbach). Se aplicará el cuestionario diseñado a los estudiantes de la asignatura TIC para Matemáticas de Primaria de la Facultad de Educación-Centro de Formación del Profesorado de la Universidad Complutense de Madrid y se valorará la utilidad de la guía diseñada mediante el análisis de los datos recogidos.

3. Resultados

En relación con el proyecto *Aplicación de la programación visual (lenguaje Scratch) en la formación de maestros de Primaria para el desarrollo de las competencias matemática y digital*, el instrumento elaborado mostró niveles altamente satisfactorios en su nivel de fiabilidad (α de Cronbach = 0,932), así como en su validez de constructo, donde el análisis factorial exploratorio mostró la existencia de cinco factores, coherentes con el diseño teórico del instrumento. Los estudios descriptivos de la escala de actitudes y satisfacción del grupo experimental mostraron valoraciones altas en la mayoría de los ítems, por lo que, en términos generales, los estudiantes valoraron como positiva, útil y motivadora la utilización de Scratch en las clases (obtenido una media global de 94,42, en una escala de 0 a 128). De igual modo, el grupo experimental obtuvo una media de 5,84 en Scratch y de 5,39 en matemáticas (frente al grupo de control que obtuvo un promedio de 4,43).

En este sentido, los estudios diferenciales mostraron que esta diferencia en matemáticas, entre el grupo de control y el experimental, es significativa ($p < 0,01$). En concreto, un análisis pormenorizado de los ítems de la prueba de evaluación de matemáticas reflejó que, principalmente, las diferencias entre ambos grupos se encontraron en los ítems referidos a giros y simetrías en el espacio respecto a rectas; intersección de figuras planas, circunferencia y círculo; tipología/clasificación de triángulos; y proporcionalidad en figuras planas.

Respecto al análisis de correlación entre los resultados en matemáticas y en Scratch obtenidos por los estudiantes del grupo experimental, el coeficiente de Pearson mostró un valor significativo (de 0,724), por lo que se afirma una correlación alta, positiva e imperfecta entre ambas variables.

Finalmente, con el objeto de identificar perfiles de estudiantes en la muestra de alumnos del grupo experimental, se realizó un análisis clúster por el método de K medias, obteniendo como resultado 3 conglomerados o grupos de estudiantes. El clúster 3 quedó configurado por siete estudiantes con puntuaciones muy bajas en matemáticas y Scratch y con valoraciones bajas en gran parte de los ítems de satisfacción y actitudes y puntuaciones muy bajas en 6 ítems. El conglomerado 2, con puntuaciones medias en matemáticas y Scratch y puntuaciones altas en actitud y satisfacción quedó configurado por veintiséis estudiantes. El conglomerado 1, con siete estudiantes, presentó promedios altos en matemáticas y Scratch y valoraciones medio-altas en satisfacción y actitud.

Respecto al proyecto actual, *Aplicación de un lenguaje de programación por bloques a la enseñanza y el aprendizaje de conceptos matemáticos: elaboración y valoración de una guía didáctica*, aún es pronto para hablar de resultados. Lo que sí se puede afirmar es que el proceso de elaboración de la guía didáctica está resultando muy enriquecedor, ya que además del trabajo realizado por los componentes de este proyecto, varios estudiantes de la asignatura TIC para Matemáticas de Primaria se están involucrando en este proceso aportando sus puntos de vista como estudiantes de la materia. Fruto de este trabajo colaborativo se va a crear, sin duda, un buen recurso aplicable tanto a la docencia como a la autoformación de un lenguaje de programación por bloques para la enseñanza y el aprendizaje de conceptos matemáticos.

4. Conclusiones

Del proyecto *Aplicación de la programación visual (lenguaje Scratch) en la formación de maestros de Primaria para el desarrollo de las competencias matemática y digital*, se derivó un estudio mayor en el que se analizó el efecto de la geometría de la tortuga del lenguaje de programación Scratch en el aprendizaje de conceptos geométricos de futuros profesores de Primaria a lo largo de tres cursos académicos, contando con un grupo experimental y otro de control cada año [15]. Los resultados obtenidos en este estudio permitieron afirmar que, en general, la metodología desarrollada con Scratch resultó positiva para el alumnado participante en el estudio. Concretamente, los resultados de los análisis realizados mostraron que los estudiantes que siguieron la metodología con Scratch presentaron niveles más altos en el aprendizaje de contenidos geométricos y permitieron obtener las siguientes conclusiones respecto a las actitudes hacia la misma: el manejo y comprensión del programa es valorado por los estudiantes como una tarea sencilla; los estudiantes afirmaron que la metodología desarrollada con Scratch fomenta la participación activa y favorece el desarrollo del pensamiento lógico matemático, así como la creatividad, dado el amplio abanico de posibilidades que ofrece el programa; y los estudiantes consideran que el uso de Scratch favorece el trabajo en grupo, entre otras. Asimismo, el análisis clúster llevado a cabo permitió identificar tres perfiles de estudiantes. Un conglomerado estuvo formado por estudiantes con puntuaciones altas tanto en actitudes como en matemáticas, otro conglomerado fue configurado por estudiantes con puntuaciones medio-altas en actitudes y de nivel medio en matemáticas y el otro conglomerado por

estudiantes con puntuaciones medio-bajas en actitudes y de nivel medio en matemáticas. Dichos resultados, junto con el estudio correlacional realizado, pusieron de manifiesto la relación entre actitud y rendimiento.

En relación con el proyecto actual destacar que concluirá con la elaboración de una guía didáctica adecuada para la formación de futuros profesores de Educación Primaria, para fomentar, en los futuros docentes, el uso de la programación por bloques en la enseñanza y el aprendizaje de conceptos matemáticos. Se espera que esta guía sea un material de gran utilidad, para docentes futuros y actuales.

Referencias bibliográficas

- Abelson, Harold y Andrea diSessa. 1986. *Geometría de tortuga: el ordenador como medio de exploración de las Matemáticas*. España: Anaya.
- Armoni, Michal, Orni Meerbaum-Salant y Mordechai Ben-Ari. 2015. «From Scratch to 'real' programming». *ACM Transactions on Computing Education* 14(4): 1-15.
- Barrera, Rosa y Rosa Montaña. 2015. «Desarrollo del pensamiento computacional con Scratch. Nuevas Ideas en Informática Educativa». En J. Sánchez (editor), *Nuevas Ideas en Informática Educativa* 11: 616-620.
- Gamito, Rakel, María Pilar Aristizabal, Maitane Basasoro y Irati León. 2022. «El desarrollo del pensamiento computacional en educación: valoración basada en una experiencia con Scratch». *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation* 8(1): 59-74.
- García, Alvedy. 2022. «Enseñanza de la programación a través de Scratch para el desarrollo del pensamiento computacional en Educación Básica Secundaria». *Revista Academia y Virtualidad* 15(1): 161-182.
- García, Dan, Luke Segars y Josh Paley. 2012. «Snap! (build your own blocks): tutorial presentation». *Journal of Computing Sciences in Colleges* 27(4): 120-121.
- Harvey, Brian y Jens Mönig. 2017. *Snap! Reference manual*. Retrieved from <https://bit.ly/2TvzKOL>.
- Martínez, Mónica, Paola Andrea Narváez y Miguel Ángel Losada. 2022. «Scratch como herramienta transversal para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en básica primaria». *Transdigital* 3(6): 1-28.
- Martínez-Zarzuelo, Angélica, Jesús Miguel Rodríguez-Mantilla, Eugenio Roanes-Lozano y María José Fernández-Díaz. 2020. «Efecto de Scratch en el aprendizaje de conceptos geométricos de futuros docentes de primaria». *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa - RELIME* 23(3): 357-386. Mendes,

- Janaína, Cleia Alves, Regina da Silva y Paulo César Bernardo Silva. 2022. «A utilização do Scratch como ferramenta pedagógica na percepção de quem ensinará matemática». *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia* 15(2): 1-20.
- Papert, Seymour. 1980. *Midstorms: children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Sáez, José Manuel y Ramón Cózar. 2017. «Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria». *Educar* 53(1): 129-146.
- Sáez, José Manuel y Ramón Cózar. 2017. «Programación visual por bloques en Educación Primaria: Aprendiendo y creando contenidos en Ciencias Sociales». *Revista Complutense de Educación* 28(2): 409-426.
- Zambrano-Hidalgo, Rubén y Leticia Vaca-Cárdenas. 2022. «Scratch y su impacto en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático en estudiantes de 8vo de E.G.B». *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN* 6(10): 80-102.
- Zhang, LeChen y Jalal Nouri. 2019. «A systematic review of learning computational thinking through Scratch in K-9». *Computers & Education*, 141, 103607.

Aplicación de sistemas sin servidor de encriptación basados en ultra-color en el ámbito docente

Sara Ignacio-Cerrato¹; David Pacios²; José Miguel Ezquerro²; José Luis Vázquez-Poletti²; Clemente Cesarano³; Nikolaos Schetakis⁴; Konstantinos Stavrakakis⁵; Alessio Di Iorio⁵; María Estefanía Avilés Mariño⁶

Resumen. Esta investigación aborda la problemática de compartir materiales docentes sin consentimiento en plataformas web. Propone una solución mediante un sistema de cifrado basado en ultra-color integrado en plataformas docentes existentes. La metodología utiliza una matriz de colores en coordenadas RGB y tecnología sin servidor para optimizar los tiempos. Durante la encriptación, se insertan marcas de agua con fecha y correo del usuario. Los resultados muestran ejemplos de documentos encriptados con este sistema. El enfoque promete abordar la filtración de contenidos y mejorar la seguridad en el ámbito educativo.

Palabras clave: encriptación; sin servidor; ultra-color; educación; seguridad.

¹ Departamento de Óptica, Facultad de Óptica y Optometría, Universidad Complutense de Madrid..

² Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática, Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid.

³ Sección de Matemáticas, Universidad Telemática Internacional Uninettuno.

⁴ Quantum Innovation Pc, Chania, Grecia, 73100. Department of Production Engineering and Management, Technical University of Crete.

⁵ Alma Sistemi Srl, Guidonia, Rome, Italy, 00012.

⁶ Departamento de Lingüística Aplicada a la Ciencia y a la Tecnología, Universidad Politécnica de Madrid.

1. Introducción

En el panorama actual de plataformas de apuntes y recursos educativos en línea, la problemática vinculada a los derechos de autor emerge como un desafío fundamental. La facilidad creciente con la que los materiales docentes son compartidos en la web sin el necesario consentimiento de los creadores plantea cuestionamientos cruciales sobre la salvaguardia de la propiedad intelectual en el entorno educativo. La proliferación de plataformas que permiten compartir libremente apuntes y materiales sin respetar los derechos de autor no solo socava la labor y la dedicación de los educadores y creadores de contenido, sino que también amenaza la integridad del proceso educativo al fomentar prácticas que van en detrimento de la equidad en la distribución y el reconocimiento del conocimiento.

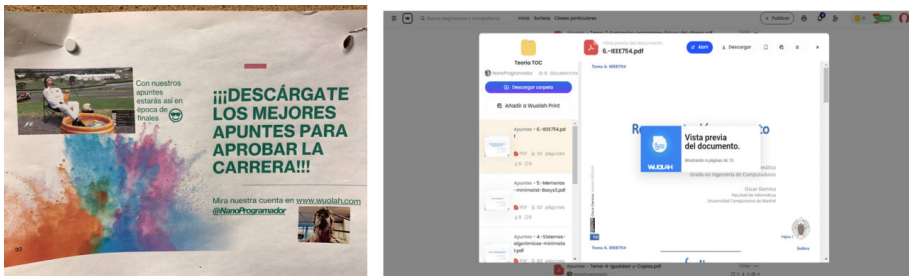


Figura 1: Capturas realizadas mostrando un ejemplo de una de estas plataformas.

Ante este escenario, el presente artículo se erige como una respuesta innovadora a este desafío, proponiendo la implementación de sistemas sin servidor de encriptación basados en ultra-color en plataformas docentes pre-existentes. Esta propuesta no solo busca salvaguardar los derechos de autor, sino que también pretende proteger esa autoría de manera efectiva. Así, se establece un marco integral que no solo protege la propiedad intelectual, sino que también fortalece la confianza y la equidad en el ámbito educativo al asegurar la autoría de los materiales educativos.



Figura 2: Captura de pantalla mostrando unos apuntes de un profesor de la Universidad Complutense de Madrid en una de estas plataformas.

Como se puede observar en las Figuras 1 y 2, el material educativo de los docentes es colgado **sin consentimiento** en estas plataformas. Para ello, nos basamos en la tecnología del color para que la información estuviera codificada de una forma segura y creamos una plataforma que se pudiera utilizar en el Campus Virtual para que los docentes pudieran encriptar los documentos que suben después al mismo campus.

2. Trabajo previo

En esta parte vamos a resumir los distintos artículos en la que nos basamos para la realización de esta investigación. Vamos a contextualizar todas las investigaciones previas y cómo estas nos han ayudado en la investigación. Repasaremos distintos sistemas de encriptación y artículos basados en la tecnología sin servidor.

Este artículo [1] presenta un innovador sistema de códigos QR en colores para la encriptación avanzada y transmisión eficiente de datos espaciales, con aplicación en el proyecto EyE. Utilizando la biblioteca OpenCV, generan códigos QR con capacidad triple en comparación con los estándar, empleando los canales de color rojo, verde y azul. La encriptación se logra asignando valores específicos a cada color, garantizando la seguridad de los datos incluso si el código es interceptado. La arquitectura sin servidor de AWS Lambda

se utiliza para la escalabilidad y la eficiencia de costos en la generación y ensamblaje de los códigos QR en documentos PDFLaTeX.

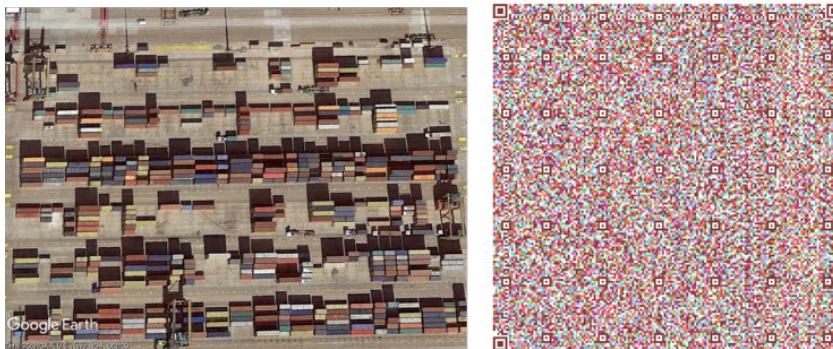


Figura 3: Encriptación basada en la codificación de los códigos QR.

En este otro artículo [2], se propone una arquitectura informática sin servidor para procesar ionogramas generados por el instrumento MARSIS en la misión Mars Express. La arquitectura utiliza AWS Lambda y muestra un rendimiento significativamente mejor en comparación con soluciones de infraestructura local, procesando un conjunto de datos completo en 20 minutos. Se centra en la detección automática de anomalías, específicamente ecos oblicuos, tradicionalmente identificados manualmente. A través de un muestreo aleatorio y verificación manual, el artículo valida la eficacia del enfoque, identificando oblicuos verdaderos y falsos positivos. Los resultados resaltan la eficiencia y modularidad de la arquitectura para la detección de anomalías planetarias y sugieren su aplicabilidad a datos de otros instrumentos.

El artículo [3] presenta EYE-Sense, una plataforma web que facilita la adquisición y análisis de datos satelitales sin necesidad de conocimientos de programación. Se centra en el caso de estudio del municipio de Heraklion en Grecia, donde correlaciona datos de actividad turística, especialmente la aviación, con parámetros medioambientales obtenidos a través de observación de la Tierra. La plataforma utiliza técnicas estadísticas y análisis de regresión para demostrar la asociación entre la actividad turística y factores como la luminosidad nocturna, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones en el desarrollo turístico y políticas medioambientales locales. La versatilidad y facilidad de uso de EYE-Sense se destacan como contribuciones significativas al campo.

3. Metodología

Para el desarrollo de esta encriptación nos basamos en la codificación en Base64. Este tipo de codificación está basado en un sistema numeracional en Base 64. Una vez que estos datos son codificados se vuelven a codificar en una tupla, es decir, una matriz RGB formado por una serie de colores dispuestos de una forma aleatoria, así la información es codificada dos veces.

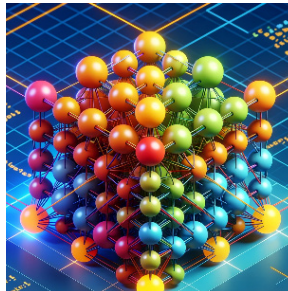


Figura 4: Ejemplo de una tupla en formato 3D.

Una vez desarrollado el algoritmo se desarrolló una plataforma de escritorio para que los usuarios pudieran subir su contenido y encriptarlo. Durante esta fase se agregó la opción de agregar correo electrónico y autor al sistema de encriptación. Esta aplicación se desarrolló de una forma intuitiva de tal forma que se pudiera implementar en el Campus Virtual sin ningún inconveniente.

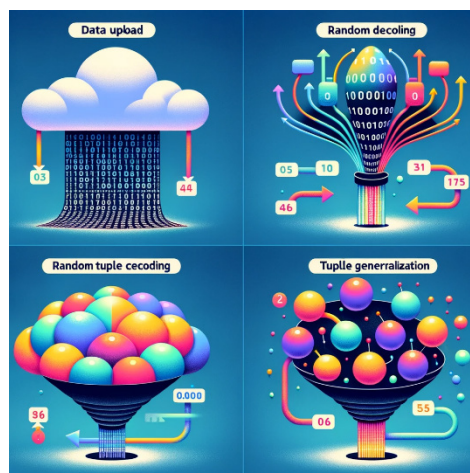


Figura 5: Abstract gráfico del funcionamiento de la aplicación.

La Figura 5 muestra los pasos que realiza la aplicación para la codificación del contenido. El usuario sube el documento, este es encriptado en Base64, después se vuelve a codificar en formato de tupla. Y finalmente, se obtiene el documento con la tupla en la que está contenido todo el texto junto al correo electrónico del usuario y la fecha cuando se realizó la encriptación.

A. Arquitectura propuesta

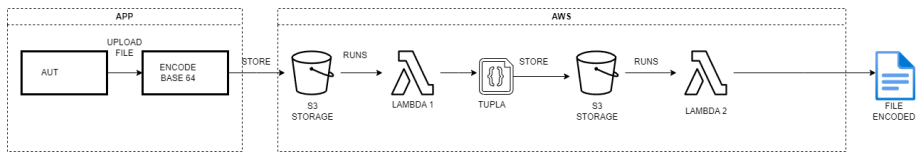


Figura 6: Arquitectura propuesta.

La Figura 6 muestra la arquitectura propuesta para la realización de esta aplicación sin servidor. En la parte de la izquierda se muestra lo que realiza la aplicación de escritorio y en la parte derecha la parte realizada por Amazon Web Service (AWS). Se muestran, por un lado, el almacenamiento en S3, que es nuestro Google Drive particular para el almacenamiento de estos documentos en la parte de AWS y las funciones Lambda, que se encargarán de ejecutar de manera simultánea distintas funciones. La función Lambda 1 se encargará de realizar la parte de codificación en formato de tupla mientras que la Lambda 2 se encargará de codificar esa información junto al texto y agregar tanto el correo electrónico como la fecha de la subida del archivo.

4. Resultados



Facultad de Informática
Universidad Complutense de Madrid

Fundamentos de Computadores II - Chuletario

Daniel Báscones (danibasc@ucm.es)

1 de marzo de 2023



1. Los registros

En total hay 32 registros, denominados como `reg0-reg31`. La Tabla 1 los define todos. Es importante ver que los podemos nombrar tanto por su identificador de registro (con la "reg"), como por su nombre. Aunque técnicamente podemos usar los registros con una funcionalidad...

Figura 7: Encriptación de un texto junto a su tupla.

5. Conclusión

Como conclusión se ha mostrado un sistema de encriptación eficiente donde se conserva información de la autoría y se protegen los derechos de autor.

Acknowledgment

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under Marie Skłodowska-Curie grant agreement No.101007638 (EyE - Economy bY space).

Referencias bibliográficas

- Ignacio-Cerrato, Sara, David Pacios, José Miguel Ezquerro Rodríguez, José Luis Vázquez-Poletti, Nikolaos Schetakis, Konstantinos Stavrakakis, Alessio Di Iorio y María Estefanía Avilés Mariño. 2023 "Secure and Efficient Transmission of Spatial Data using Colored Quick Response (QR) Codes: A Case Study for the EyE Project", en *Frontiers in Optics + Laser Science 2023 (FiO, LS)*, Technical Digest Series (Optica Publishing Group, 2023), paper FD6.6.W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems* (Book style).
- Pacios, David et al. 2023. «Serverless Architecture for Data Processing and Detecting Anomalies with the Mars Express MARSIS Instrument». *The Astronomical Journal* 166(1): 19.
- Stravrakakis, Konstantinos et al. 2023. «EYE-Sense: empowering remote sensing with machine learning for socio-economic analysis». En *Ninth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2023)*. SPIE: 100-117.

Gamificación en farmacología: *escape room* virtual

Luis A. Olivos-Oré¹; María Victoria Barahona Gomariz¹; Antonio Rodríguez Artalejo¹; Manuel San Andrés Larrea¹; José Julio de Lucas Burneo¹; Juan Antonio Gilabert Santos¹; María Rosa Gómez Villafuertes¹; Felipe Ortega de la O²; Esmerilda García Delicado²; Raquel Pérez Sen²; Sebastián Sánchez Fortún¹; Ana D'Ors de Blas¹; Eva De Lago Fernia²; Isabel Lastres-Becker³; Sonia Santander Ballestín⁴; María José Luesma Bartolomé¹; Alberto García Barrios⁴; Pablo Morón Elorza¹; Celia Llorente Sáez¹; Julia Serrano López²; Ana Sánchez Fortún¹; Ada Quintero Pérez¹; Marta Arias Mosquera¹; Inés Belloso Melcon¹; Oiane Liceras de Bernardo¹ y Marina Arribas-Blázquez¹

Resumen. Bajo el paradigma de «*One World, One Health*», se insta a educadores y profesionales biosanitarios a adoptar nuevos modelos educativos y

¹ Sección Departamental de Farmacología y Toxicología. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.

² Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.

³ Departamento de Bioquímica. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Madrid.

⁴ Departamento de Farmacología. Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza.

herramientas de trabajo ajustados a la realidad de una sociedad global y digital. Esta adaptación es crucial para la formación del estudiantado, quienes, como futuros profesionales, deberán desenvolverse en este contexto. En esta línea, nuestra propuesta se centra en la creación de un entorno multidisciplinario en línea que facilite el aprendizaje de la Farmacología en una comunidad virtual de estudiantes de Veterinaria y otras ciencias de la salud, en la que se ha propuesto un módulo de gamificación en línea.

En la era actual de transformación digital constante, las estrategias educativas y los métodos de enseñanza se han diversificado exponencialmente tanto dentro como fuera de las aulas. El objetivo fundamental al implementar nuevas prácticas educativas en el ámbito universitario es potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que, a su vez, conlleva a una mejora sostenida en los resultados académicos con conocimientos perdurables.

Para llevar a cabo este proyecto, se desarrolló un entorno de aprendizaje virtual accesible a través del sitio web: <https://www.ucm.es/farmavet/>. Además, se empleó la estrategia de gamificación utilizando el *software* Genially® para integrar juegos virtuales en equipos, basados en el concepto de *Escape Room*. En estas «salas de escape», los estudiantes se enfrentaron a desafíos que requerían la aplicación de conocimientos teórico-prácticos relacionados con la Farmacología básica y clínica, resolviendo puzles, enigmas, siguiendo pistas, o desbloqueando códigos para cumplir objetivos específicos y «escapar» a un siguiente nivel o página.

La propuesta piloto se presentó a estudiantes de 3º curso de Veterinaria (UCM; n = 134), de los cuales 104 (77,6%) accedieron a participar y completaron la encuesta de satisfacción junto con la evaluación correspondiente. La gran mayoría de los estudiantes (n = 89; 85,8%) consideraron esta actividad como una experiencia de aprendizaje valiosa.

En conclusión, la implementación del *Escape room* como actividad piloto se correlaciona con una mayor motivación y el fortalecimiento de habilidades para resolver problemas farmacológicos desde una perspectiva holística. Esta estrategia se revela como una herramienta útil para reforzar el aprendizaje significativo en este campo de estudio.

Palabras clave: *escape room*; farmacología.

1. Introducción

Las Universidades Complutense, Zaragoza, San Antonio Abad y Hermilio Valdizán, así como sus respectivas Facultades de Veterinaria, a través de sus departamentos de calidad, fomentan la evaluación continua de los programas de asignaturas para asegurar la cobertura de competencias y el compromiso continuo de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. En esta línea, nos orientamos hacia la búsqueda constante de enfoques innovadores para impartir y complementar los contenidos de las asignaturas, siguiendo el paradigma «*One World, One Health*». Este planteamiento impulsa a educadores y profesionales biosanitarios a adoptar nuevos modelos educativos y herramientas de trabajo que se adapten a la realidad de una sociedad global y digital a la que los estudiantes, como futuros profesionales, se enfrentarán.

La demografía actual de estudiantes, que incluye a la generación de los «milenials» «*millennials*», presenta necesidades y expectativas diferentes en comparación con generaciones anteriores. Este hecho nos motiva a explorar una amplia gama de herramientas de enseñanza para crear experiencias de aprendizaje innovadoras y atractivas [3].

Tradicionalmente, la enseñanza de la Farmacología se ha basado en clases magistrales, prácticas de laboratorio y estudios de casos-problema ocasionales, donde los estudiantes suelen esforzarse por memorizar los nombres de los fármacos, comprender los mecanismos de acción, calcular dosis y comprender técnicas de administración con el objetivo esencial que los estudiantes adquieran los conceptos farmacológicos fundamentales para proporcionar una atención segura y efectiva a pacientes humanos y veterinarios.

Con el propósito de abordar estos desafíos, se ha implementado un enfoque novedoso para revisar los conceptos fundamentales de Farmacología en la asignatura de Farmacología y Farmacia del 3º curso de Veterinaria en la Universidad Complutense, introducido bajo el concepto de *escape room* para facilitar el aprendizaje sobre las diferentes secciones del programa.

La utilización de herramientas de *escape room* en la docencia está ganando terreno como estrategia para la resolución de problemas y la promoción de la colaboración entre estudiantes en un entorno de entretenimiento. El objetivo para los alumnos es trabajar en equipo o individualmente en contextos multidisciplinares para resolver problemas farmacológicos y descubrir pistas que les permitan abrir «cerraduras» y «escapar» de una habitación virtual (problema farmacológico).

2. Metodología

En este trabajo se describe la experiencia de implementación de series de «casos-problema» de Farmacología dentro de un entorno virtual de *escape room* dirigido a estudiantes de 3º curso de Veterinaria en la Universidad Complutense de Madrid. Este enfoque complementa las actividades tradicionales de clase magistral y prácticas de laboratorio. Es de interés expandir esta experiencia a otras Facultades de la Universidad Complutense, así como a la Universidad de Zaragoza y a instituciones peruanas colaboradoras en el proyecto, como la Universidad Hermilio Valdizán y la Nacional de San Antonio Abad (ubicadas en Huánuco y Cusco, respectivamente, en Perú).

2.1. El caso-problema y el proceso de implementación

El caso-problema diseñado para los *escape room* evaluados en este estudio se centró en tres áreas principales del plan de estudios de Farmacología: farmacología del sistema nervioso autónomo, del sistema nervioso central y respiratoria. Estas actividades se llevaron a cabo inmediatamente después de la impartición de las respectivas clases magistrales. Para acceder a la actividad, los alumnos tuvieron disponible un enlace al *escape room* a través del Campus Virtual en el entorno Moodle de la asignatura de Farmacología y Farmacia para estudiantes de la UCM, y también se compartió en la página web del Proyecto (farmavet.ucm.es) para usuarios externos.

En el marco de los créditos prácticos de la asignatura, dos grupos compuestos por 50-60 estudiantes cada uno se inscribieron en esta actividad, la cual constituía una opción obligatoria pero de libre elección, junto con otras actividades como monografías. Cada caso fue elaborado utilizando la plataforma Genially® como un escenario de resolución de problemas farmacológicos, planteando una serie de preguntas sobre el fármaco utilizado. Los participantes debían responder correctamente para avanzar a los siguientes niveles del juego (Figura 1). Estos niveles posteriores detallaban los efectos del fármaco principal en distintos órganos o tejidos, así como los posibles efectos adversos.

Los docentes diseñaron situaciones prácticas correspondientes a cada sección mencionada del programa de la asignatura. La dinámica del «juego» instaba a los participantes a adoptar el rol de veterinario encargado de curar al paciente mediante el uso del medicamento adecuado para corregir sus altera-

ciones fisiopatológicas. Se proporcionaron instrucciones sobre el juego, incluyendo los objetivos de cada apartado, las reglas y algunos recordatorios útiles durante la resolución de las preguntas, asimismo se indicó a los estudiantes que estuvieran equipados con dispositivos como *smartphones*, tabletas u ordenadores para participar.

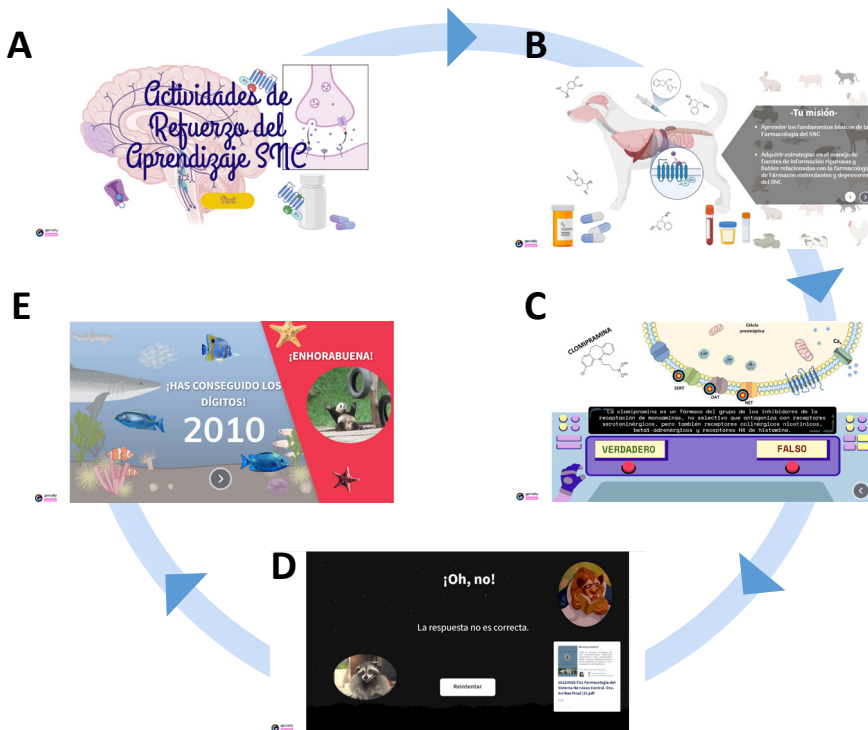


Figura 1. Pantallas representativas de *Escape room*. A. Imagen de portada del caso sobre el sistema nervioso central. B. Imagen de los objetivos del caso denominada «tu misión». C. Algunas de las preguntas eran tan sencillas como elegir entre verdadero o falso. D. Si la respuesta elegida era incorrecta, se daba la opción de revisar el tema a través de un enlace, de acceder al lugar concreto de la clase magistral donde se encuentra la respuesta al problema. E. Se pueden obtener diferentes códigos con números o letras para acceder al siguiente nivel o pantalla.

2.2. Recolección de datos

Al concluir la participación de los estudiantes en la actividad de aprendizaje, se implementaron formularios a través de Google Forms para recabar eva-

luaciones de la actividad y valoraciones sobre los conocimientos adquiridos. Algunas preguntas se basaron en el trabajo realizado por Eukel y col. Paralelamente, a lo largo de todo el proceso, cuatro voluntarias recopilaban información sobre las dificultades y opiniones de sus compañeros mientras resolvían el caso en el aula, con el objetivo de obtener una retroalimentación detallada sobre cada una de las actividades realizadas. Estos voluntarios se encargaron de enviar un breve informe por correo electrónico a los profesores. Asimismo, los profesores del proyecto mantuvieron reuniones presenciales con las voluntarias, llevando a cabo sesiones de debate que no excedieron una hora de duración.

2.3. Análisis de datos

En cuanto al análisis de los datos, en este trabajo se han empleado estadísticas descriptivas, como medias y porcentajes, además de la creación de gráficos mediante el *software* GraphPad® (versión 10, San Diego, EE.UU.), a partir de los datos recopilados en un archivo de Microsoft Excel® (Washington, EE. UU.) a través de los formularios de Google. Los comentarios proporcionados por los estudiantes en los formularios fueron también considerados para describir la experiencia de aprendizaje.

3. Resultados y Discusión

3.1. Antecedentes

Los juegos de aventura interactivos, como los *escape room* destinados al entretenimiento de adultos, han experimentado un crecimiento en popularidad a nivel global. Consideramos que los *escape room* representan una estrategia de enseñanza complementaria en evolución en el ámbito educativo, proporcionando experiencias de aprendizaje interactivas basadas en la gamificación. La literatura académica respalda la simulación como una modalidad eficaz para mejorar el aprendizaje continuo, especialmente en disciplinas como la farmacología, cuyo contenido abstracto a menudo resulta desafiante para los estudiantes al relacionar los conceptos teóricos con los usos prácticos de los fármacos. Un estudio realizado por Hermanns y cols. (2018) de la Universidad

de Texas destaca los *escape room* como una actividad de aprendizaje inmersiva y novedosa tanto para profesores como para estudiantes. No obstante, la literatura académica sobre el uso detallado de *escape room* en la enseñanza de la Farmacología, particularmente en el contexto veterinario, es limitada. A pesar de la existencia de la simulación y los juegos en la educación, tal como discutió Xu (2016) en estrategias de enseñanza en la educación de enfermería, se evidencia una escasez de experiencias publicadas en la literatura que describan de manera detallada este tipo de actividad aplicada a la enseñanza de la Farmacología veterinaria.

El objetivo principal de este estudio fue describir un ensayo piloto que utilizó una estrategia de juego basada en el concepto de *escape room* virtual para facilitar el aprendizaje en tres secciones específicas de la asignatura de Farmacología y Farmacia en el ámbito veterinario. A partir de los informes proporcionados por las cuatro estudiantes voluntarias que actuaron como observadoras, se describió que las estrategias de juego implementadas resultaron efectivas para involucrar a los estudiantes de manera entretenida, promoviendo así el avance en el proceso de enseñanza-aprendizaje y la transferencia de conocimientos.

3.2. Datos demográficos de los estudiantes. Participación

Las actividades se ofertaron a los estudiantes de los dos grupos que cursaban la asignatura de Farmacología y Farmacia del 3º curso de Veterinaria, contando con un total de 134 estudiantes. Los alumnos que decidieron participar de manera voluntaria completaron tanto la encuesta de satisfacción como la prueba evaluativa ($n = 104$; una tasa de respuesta del 77,6%; Figura 2A). Entre los participantes, predominaron las estudiantes mujeres ($n = 94$; 90,4%; Figura 2B). El estudiantado realizó la actividad en su tiempo libre fuera del horario de clases, aunque el tiempo dedicado se incluyó dentro de las actividades consideradas en los ECTS prácticos de la asignatura.

En cuanto a la valoración de la actividad, la mayoría de los estudiantes ($n = 89$; 85,8%) la percibieron como una experiencia de aprendizaje valiosa (Figura 2C). Además, un alto porcentaje de los estudiantes (97%) expresaron que aprendieron con la actividad y mostraron su interés en que este enfoque de aprendizaje se ampliara para todos los contenidos del programa. El estudiantado destacó la innovación en comparación con las clases magistrales

y las prácticas de laboratorio, encontrando en la actividad de *escape room* virtual una forma divertida de revisar y aplicar sus conocimientos de farmacología. De manera específica, los estudiantes señalaron que su participación en el *escape room* virtual les había llevado a «pensar en la farmacología de forma aplicativa».

Cuando se les consultó sobre su percepción de la actividad de aprendizaje, los estudiantes señalaron que representó un desafío, pero de manera positiva, y afirmaron que «los casos nos han incentivado a adoptar un enfoque diferente». Otros comentarios reflejaron que encontraron estas actividades más productivas y agradables en comparación con el estudio a partir de apuntes o libros. Los estudiantes valoraron especialmente la oportunidad de trabajar colaborativamente en grupos reducidos. Esta dinámica quedó patente cuando respondieron a las preguntas planteadas por las cuatro estudiantes voluntarias: «¿Qué aspecto destacarías?» y «¿Cómo crees que esta actividad te ha beneficiado más?». Algunos resaltaron la experiencia de «resolver en conjunto un objetivo común» como un aspecto especialmente significativo.

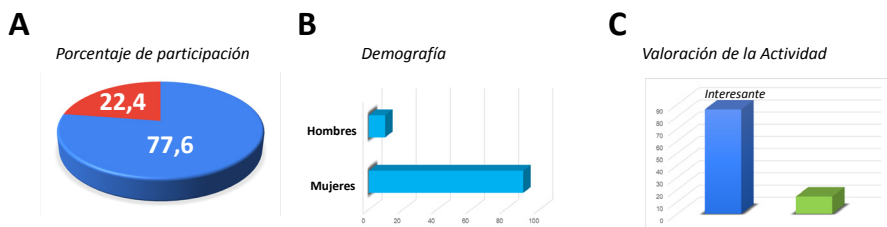


Figura 2. Participación, datos demográficos y valoración de la actividad. A. Porcentaje de participación (104; 77,6%) de los estudiantes de la asignatura de Farmacología y Farmacia del 3º tercer curso de Veterinaria (n = 134). B. La mayoría de las participantes fueron mujeres (n = 94; 90,4%). C. La mayoría del estudiantado participante (n = 89; 85,8%) consideró que se trataba de una actividad de aprendizaje valiosa.

3.3. Encuestas de valoración

Aparte de los comentarios recopilados por las estudiantes voluntarias entre sus compañeros, se obtuvieron más opiniones de los estudiantes a través de encuestas específicamente diseñadas en Google Forms. Por otro lado, la evaluación del aprendizaje se llevó a cabo mediante cuestionarios diseñados en el Campus Virtual de la asignatura a través de Moodle. La encuesta de satisfacción se compuso de 4 preguntas principales, a saber:

En relación con la actividad interactiva, valora de 1 (muy insatisfactorio) a 5 (muy satisfactorio) (Figura 3):

1. ¿En qué medida te gustó aprender farmacología a través de *escape room*?
2. ¿En qué medida te parece útil aprender conceptos básicos de farmacología a través de esta actividad?
3. ¿Hasta qué punto fue difícil la aplicación (valora con 1 si te resultó fácil y con 5 si fue muy difícil)?
4. ¿Prefieres seguir utilizando métodos tradicionales para reforzar tu aprendizaje?

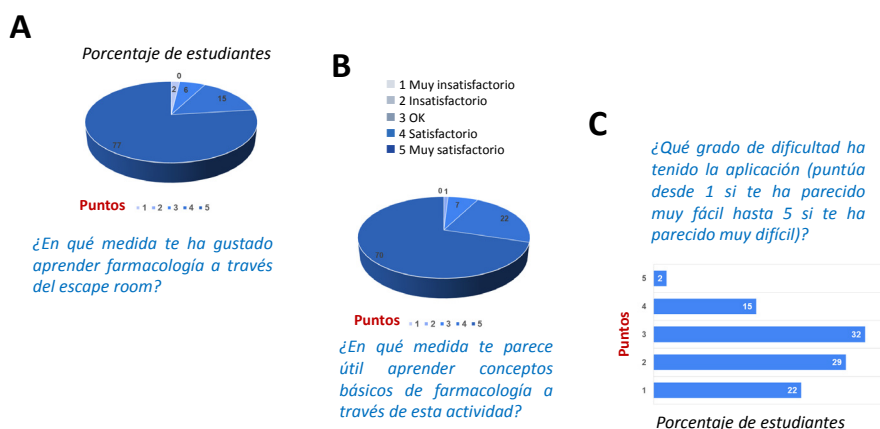


Figura 3. Resultados de la encuesta. Porcentaje de valoración de la satisfacción de 1 (muy insatisfactorio) a 5 (muy satisfactoria) de los alumnos de la asignatura de Farmacología de 3º curso de Veterinaria (n = 104). Tres de las preguntas principales que se plantearon al estudiantado fueron: A. ¿En qué medida te ha gustado aprender farmacología a través de *escape room*? B. ¿En qué medida te parece útil aprender conceptos básicos de farmacología a través de esta actividad? C. ¿Qué grado de dificultad ha tenido la aplicación?

En respuesta a la última pregunta, relacionada con la preferencia entre métodos tradicionales y enfoques innovadores, el 97% del estudiantado encuestado (101 de 104) expresaron su apoyo a la integración de métodos innovadores como complemento a las clases y prácticas de laboratorio. Destacaron que este enfoque les lleva a abordar los problemas farmacológicos desde perspectivas distintas, otorgándoles una visión más aplicada en entornos clínicos y una mejor comprensión de la interrelación entre esta materia y otras

asignaturas de la carrera de veterinaria. Sin embargo, tres estudiantes manifestaron preferencia por un enfoque más tradicional del aprendizaje, como el estudio de casos o las clases magistrales. Además, un estudiante expresó no haberse beneficiado de la actividad, afirmando: «los juegos en la universidad no me ayudan a aprender farmacología».

Por otro lado, los estudiantes con discapacidad intelectual ($n = 12$) del Diploma de Formación Permanente de la UCM en «Cuidado de Animales», a quienes se les ofreció una actividad adaptada de una de las clases de su programa formativo, demostraron un interés significativo en la actividad y expresaron un deseo de participar en más actividades similares.

La evaluación de los conocimientos adquiridos se llevó a cabo mediante un cuestionario en Moodle que contenía preguntas convencionales sobre los mecanismos de acción, así como los efectos beneficiosos y adversos de los fármacos empleados en la actividad. De un total de 104 estudiantes participantes, 93 (89%) lograron obtener una puntuación de 4 a 5 puntos sobre 5. Por otro lado, 11 estudiantes obtuvieron una puntuación más baja, siendo coincidente esta diferencia en la puntuación con aquellos alumnos que mostraron menor convencimiento acerca de la utilidad de la actividad o que enfrentaron dificultades para seguir los procedimientos delineados en las instrucciones. Es importante destacar que no se realizó una valoración cuantitativa de la influencia directa de esta actividad sobre las calificaciones obtenidas en los exámenes oficiales de la asignatura. No obstante, desde una perspectiva cualitativa, parte de los estudiantes manifestaron un mayor nivel de confianza en su aprendizaje al momento de plasmar sus respuestas en estos exámenes.

3.4. Frustración

Algunos de los aspectos negativos reportados por los estudiantes incluyeron la sensación de frustración debido a la falta de tiempo para completar la actividad. Esta percepción coincide con los comentarios proporcionados por las cuatro estudiantes voluntarias que observaron a sus compañeros durante todas las sesiones de la actividad de farmacología. A medida que se acercaba el límite de tiempo, los estudiantes mostraban un incremento de ansiedad por finalizar la actividad. Uno de los alumnos expresó su preocupación sobre el impacto que la presión temporal podría tener en su capacidad para ampliar sus conocimientos de farmacología. Además de las limitaciones de tiempo, los estudian-

tes se sintieron frustrados por problemas relacionados con la comprensión de las instrucciones proporcionadas, sintiendo la necesidad de una mayor claridad en las explicaciones. También, aquellos que no habían participado previamente en actividades similares mencionaron sentirse desorientados al no saber cómo abordar la actividad. Expresaron su deseo de recibir una orientación más detallada por parte de los profesores. Las voluntarias observaron que, mientras la mayoría de los grupos de estudiantes colaboraban y se comunicaban entre sí, otros optaban por trabajar en silencio con un enfoque más individualizado. Aunque todos los grupos estaban enfocados en la tarea, algunos mostraban un interés predominante en obtener una calificación alta en la evaluación final.

3.5. Limitaciones

Este estudio presenta varias limitaciones. Cuando se incorpora un elemento tecnológico de manera no convencional, se reconocen restricciones en la capacidad para extraer conclusiones definitivas, ya que existen múltiples variables que escapan a los diseños de control. No obstante, el empleo innovador de la tecnología es crucial para el progreso, y al tratarse de la primera vez que se implementó esta estrategia, otra limitación radica en la ausencia de registros históricos que respalden los resultados obtenidos.

La falta de medición de los conocimientos adquiridos en los exámenes oficiales imposibilita evaluar la eficacia de la estrategia de *escape room* para transmitir información o fortalecer competencias en los estudiantes de veterinaria que participaron en esta actividad.

Además, una limitación adicional podría asociarse con la predominancia de estudiantes mujeres entre los participantes, lo que limita la generalización de los hallazgos más allá de la población objetivo. A pesar de que esta proporción puede considerarse representativa en la licenciatura de Veterinaria de la Universidad Complutense, se podría considerar la posibilidad de indagar cómo este factor influiría en los parámetros evaluados.

4. Conclusiones

La actividad piloto de *escape room* se vincula con una mayor motivación y una mejora en las habilidades para abordar problemas farmacológicos que

demandan una visión holística a lo largo de distintas asignaturas del plan de estudios de Veterinaria, destacando su utilidad para fortalecer el aprendizaje continuo. Asimismo, parece tener el potencial para beneficiar tanto a los profesores como a los estudiantes. No obstante, este estudio piloto revela conclusiones esenciales que deben considerarse antes de implementar actividades similares en otras secciones del programa de la asignatura con diferentes mecanismos de acción o fármacos. Se observó que los estudiantes se mostraron comprometidos y reconocieron esta actividad como un enfoque novedoso para comprender y tomar decisiones acerca de las propiedades farmacológicas y los efectos adversos de los fármacos. Posiblemente, más alumnos habrían respondido positivamente si la actividad se hubiera ensayado previamente con instrucciones más claras y un mayor tiempo para su realización, reduciendo así la frustración de los estudiantes.

El diseño del aprendizaje requería la inmersión de los alumnos en un entorno que facilitara la comunicación entre ellos para resolver problemas. El empleo del *escape room* como herramienta pedagógica permite a los profesores añadir dinamismo e innovación a una asignatura que, tradicionalmente, se centra en la lectura y la memorización. Esto se vuelve esencial en un contexto donde los alumnos tecnológicos, acostumbrados a juegos de estrategia virtuales, la interacción y dinamismo de las aplicaciones con las que trabajan, buscan métodos de aprendizaje más dinámicos para lograr una comprensión más profunda y duradera.

Para futuras investigaciones, resulta recomendable cuantificar el éxito académico de los estudiantes mediante comparaciones de las calificaciones entre aquellos que participaron en actividades de *escape room* y aquellos que no lo hicieron, analizando su desempeño en los exámenes oficiales del programa de estudios de veterinaria.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por la Universidad Complutense de Madrid (Proyecto INNOVA 258; 2022-23) a L.A. Olivos-Oré y (Proyecto INNOVA 80; 2023-24) a M. Arribas-Blázquez.

Referencias bibliográficas

- Brown, Neysa, Wendy Darby y Helen Coronel. 2019. «An Escape Room as a Simulation Teaching Strategy». *Clinical Simulation in Nursing* 30 (mayo): 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.02.002>.
- Eukel, Heidi N., Jeanne E. Frenzel y Dan Cernusca. 2017. «Educational Gaming for Pharmacy Students – Design and Evaluation of a Diabetes-themed Escape Room». *American Journal of Pharmaceutical Education* 81, n° 7: 6265. <https://doi.org/10.5688/ajpe8176265>.
- Hermanns, Melinda, Belinda Deal, Ann C, Shawn Hillhouse, J. Opella, Casey Faigle y Robert Campbell IV. 2017. «Using an “Escape Room” toolbox approach to enhance pharmacology education». *Nursing Faculty Publications and Presentations*, diciembre. https://scholarworks.uttyler.edu/nursing_fac/16.
- Smith, Miranda y Rebecca Davis. 2020. «Can You Escape? The Pharmacology Review Virtual Escape Room». *Simulation & Gaming* 52 (octubre): 104687812096636. <https://doi.org/10.1177/1046878120966363>.
- Xu, Jie-Hui. 2016. «Toolbox of teaching strategies in nurse education». *Chinese Nursing Research* 3 (junio). <https://doi.org/10.1016/j.cnre.2016.06.002>.

Integración de TIC en una experiencia de aprendizaje invertido (*Flipped-Classroom*) en la Enseñanza Teórica

Nieves Martin-Alguacil¹; Rubén Mota Blanco¹; Luis Javier Avedillo¹

Resumen. Durante el curso académico 2022-2023, se aplicó en 17 temas de la asignatura de 1^{er} curso Anatomía y Embriología I del Grado de Veterinaria, un método de aprendizaje invertido que consistió en una facilitación del contenido –previo a la sesión presencial– utilizando para ello vídeos interactivos en formato H5P (*videos-flip*) a través del campus virtual (CV). En las sesiones presenciales se realizaron ejercicios cognitivos en los que los estudiantes utilizaban el contenido facilitado previamente para resolver problemas reales, de manera individual y en grupos de discusión. Los ejercicios cognitivos se formulaban y resolvían utilizando la herramienta Wooclap pero también con papel y lápiz. Los estudiantes tuvieron accesible en todo momento a todo el material impartido, gracias a un canal creado en Microsoft TEAMS denominado Anatomoteca.

A lo largo de toda la experiencia se ha mantenido un *feedback* continuo con los estudiantes mediante las encuestas realizadas. En cada clase presencial y usando Wooclap, se les pedía que valoraran si el *video-flip*, la clase y el aprendizaje colaborativo, les habían servido para aprender. Al final del bloque temático se pidió a los estudiantes que contestaran una encuesta en el CV; además, al final de toda la experiencia se realizó una encuesta global mediante Wooclap, en la que se les pedía –entre otras– que valorasen la experiencia en general: la preparación previa (*self-learning*), las clases presenciales y la facilidad de acceso a las TIC a través del CV. Todas las encuestas terminaban solicitando comentarios libres sobre la experiencia.

¹ Departamento de Anatomía y Embriología. Universidad Complutense de Madrid.

Los datos ofrecieron que 82,35% de los estudiantes utilizó tiempo extra para la preparación del contenido facilitado. El 38,24% lo dedicó a visualizar el vídeo varias veces, el 44,12% a tomar apuntes del vídeo, mientras que el 17,65% buscó información sobre las dudas generadas. Desde la primera clase, la mayoría de los estudiantes (75%) consideraron el *video-flip* una buena herramienta de aprendizaje. En la encuesta final, el 68% de los estudiantes mantenían que el *video-flip* les había servido para aprender, y un 79,41% consideró que los ejercicios cognitivos les fue útil en su aprendizaje. En los comentarios libres solicitaron más información sobre la metodología y que en experiencias futuras se dirigiera más el aprendizaje colaborativo por parte de los profesores. En cuanto a la accesibilidad, el 11% manifestó no haber tenido ningún problema para acceder a los vídeos interactivos y el 25% no haber tenido ningún problema para acceder a la Anatomoteca. Los problemas de accesibilidad se relacionaron con la calidad del wifi. La accesibilidad a las TIC a través del CV, a cualquier hora y en cualquier lugar, ha estado limitada por la calidad de la conexión que tuvieron los estudiantes al intentar acceder al CV en sus diferentes ubicaciones.

La utilización del aprendizaje invertido o *flipped classroom* ha generado aprendizaje activo centrado en el alumno. La utilización de diferentes TIC en un entorno de aula invertida, proporcionado por el CV, ha permitido que los estudiantes realicen autoaprendizaje para la preparación de las clases presenciales, y aprendizaje guiado eficiente en las sesiones presenciales de discusión.

Palabras clave: aula invertida; Campus Virtual; encuestas; H5P; Teams; Wooclap.

1. Introducción

En la educación moderna en ciencias de la salud ha cambiado el paradigma educativo, pasando de ser educación centrada en la labor expositiva del profesor al aprendizaje centrado en el estudiante (*ESEVT_SOP_2023_adopted_by_the_36th_GA_in_Leipzig_on_8_June_2023.Pdf*, n.d.). La razón de este cambio es debida a la necesidad de que los estudiantes adquieran una serie de competencias a lo largo de la carrera. De esta forma, se establecen unos estándares de calidad en la enseñanza que deben ser evidentes y evaluables, incluyendo conocimiento, habilidades y competencias para realizar los di-

ferentes cometidos (*ESEVT_SOP_2023_adopted_by_the_36th_GA_in_Leipzig_on_8_June_2023.Pdf*, n.d.; Frank et al., 2010; Nahm et al., 2023). La educación basada en competencias, pretende que el estudiante adquiera las necesarias para ejercer en su puesto de trabajo nada más graduarse (*ESEVT_SOP_2023_adopted_by_the_36th_GA_in_Leipzig_on_8_June_2023.Pdf*, n.d.; Frank et al., 2010; Lurie, 2012; Nahm et al., 2023). En la educación en ciencias de la salud es crucial definir las competencias que deben adquirir los estudiantes a lo largo de su formación, como el aprender a realizar estudio independiente, cuya necesidad va aumentando según progresan en su formación (Nahm et al., 2023). En los currículos médicos modernos, los objetivos de aprendizaje van más allá del conocimiento científico; sino que hay que incluir habilidades técnicas como la comunicación, el trabajo colaborativo, la gestión de toma de decisiones, el liderazgo y la conciencia cultural (*ESEVT_SOP_2023_adopted_by_the_36th_GA_in_Leipzig_on_8_June_2023.Pdf*, n.d.; *Navmec_roadmapreport_web_booklet.Pdf*, n.d.). En los últimos años, en la educación médica en España, existe una inquietud por innovar y adoptar nuevas metodologías activas de enseñanza centradas en el estudiante; y en este sentido son muchas las asignaturas que han incorporado numerosas TIC en su metodología docente. Sin embargo, las TIC no son de utilidad si no se acompañan de un buen planteamiento pedagógico (May & Silva-Fletcher, 2015). Los nuevos enfoques docentes afectan a la filosofía de enseñanza, cambios que buscan abandonar el espíritu de la enseñanza tradicional, pasivo y meramente memorístico, y sustituirlo por diferentes formas de aprendizaje activo. En el aprendizaje invertido la clase teórica expositiva pasa a ser lugar de discusión y de resolución de problemas reales. El planteamiento de esta metodología define el resultado del aprendizaje que se quiere conseguir, y a partir de ahí, establece cuáles son los conocimientos, habilidades y competencias necesarias para alcanzarlo. Esto conlleva además, establecer un método de evaluación que permita verificar si se han obtenido los objetivos de aprendizaje fijados al inicio de la experiencia.

En este trabajo, se han utilizado diferentes TIC en un entorno virtual con la metodología de clase invertida centrada en el alumno, en las clases teóricas de Anatomía y Embriología I del Grado en Veterinaria.

2. Materiales y método

Se realizó el aprendizaje invertido en un total de 17 lecciones teóricas de la asignatura de Anatomía y Embriología I de primer curso de Grado en Veterinaria en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid, en el curso académico 2022/23.

2.1. TIC utilizadas

En el CV se incluyeron los siguientes recursos: vídeos en H5P, encuestas y acceso a Teams. Además, en las clases presenciales de discusión se utilizó la herramienta Wooclap para realizar encuestas y ejercicios cognitivos. El H5P es una herramienta docente integrada en la plataforma Moodle. Genera un marco de trabajo colaborativo de contenido libre y de fuente abierta basado en Javascript. H5P es una abreviatura para Paquete HTML 5, cuyo objetivo es facilitar la creación, participación y reutilización de contenidos interactivos en HTML 5. Permite crear y compartir contenido interactivo como material de apoyo a la docencia, en este trabajo se ha utilizado para crear videos interactivos. Para la utilización del H5P se creó un plugin de Moodle dentro del curso. En la plataforma Teams se creó un canal denominado Anatomoteca, donde los estudiantes podían acceder a los videos y PDF con el contenido de la materia, el material estaba accesible en todo momento, pero no su descarga.

2.2. Preparación previa del contenido

El *video-flip* (H5P) presentaba el contenido pasivo de cada sesión presencial. Los estudiantes podían acceder al vídeo 48 horas antes de la sesión y hasta media hora antes de que empezase. La duración media de los vídeos fue de 12 minutos y los estudiantes tenían que resolver las cuestiones interactivas para poder avanzar en la visualización de su contenido. Al final del vídeo, los alumnos debían registrar la visualización completa de este. En el registro queda grabado además del nombre del estudiante, los intentos de visualización, así como la fecha y la hora del acceso a la aplicación y los resultados de resolución de las cuestiones interactivas.

2.3. Sesión presencial

Cada sesión se iniciaba con los objetivos de aprendizaje de la lección presentada en los vídeos interactivos en formato H5P, y se preguntaba sobre posibles dudas generadas al visualizar el *video-flip*. El profesor –además de aclarar las dudas– aclaraba conceptos y guiaba los razonamientos. Según avanzaban las sesiones de discusión en el tiempo, y con los estudiantes más familiarizados con la metodología, se les pedía que resolvieran ejercicios cognitivos de manera individual y en grupos de discusión. De esta forma se fue introduciendo el aprendizaje activo de manera progresiva.

2.4. Encuestas (*feedback*)

Se realizaron diferentes encuestas para evaluar la percepción de la eficacia del aprendizaje adquirido por parte de los estudiantes. En todas las sesiones de discusión, al inicio de la sesión se realizó una encuesta en Wooclap preguntando sobre la utilidad del *video-flip* para aprender, y con el mismo objeto, otra encuesta sobre la utilidad de la clase al finalizar la misma. Estas encuestas no eran anónimas ya que se utilizaban para poder detectar problemas de aprendizaje y permitió hacer un seguimiento individualizado. Al final de cada bloque temático se realizó una encuesta anónima a través del CV ($n=37\pm 1$), lo que permitió un seguimiento de la metodología. Al final de toda la experiencia con aprendizaje activo, se realizó una encuesta anónima a toda la clase utilizando Wooclap ($n=166$), para valorar el autoaprendizaje o self-learning y la facilidad de acceso a las TIC a través del CV, entre otras. En todas las encuestas se les pedía a los estudiantes que incluyeran comentarios libres sobre su experiencia. Para la valoración de las preguntas formuladas se utilizó una escala Likert con cinco niveles de respuesta.

3. Resultados

3.1. Preparación previa (autoaprendizaje), *Vídeo-flip* (H5P)

Los resultados obtenidos al preguntar a los estudiantes sobre el tiempo utilizado para la preparación de la sesión presencial, se presentan en la figura 1.

El 82,35% de los estudiantes, utilizó tiempo extra para la preparación del contenido facilitado.

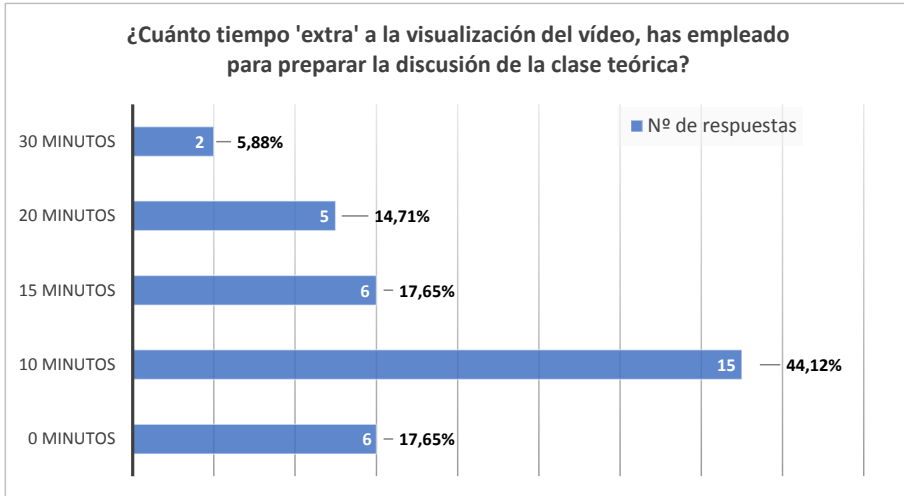


Figura 1. Tiempo medio extra empleado por los estudiantes para preparar las sesiones de discusión después de visualizar el *video-flip*. Encuesta realizada a través del CV al final del bloque temático de cardiovascular.

Cuando se preguntó, cómo emplearon el tiempo extra dedicado al material ofrecido por el *video-flip*, el 38,24% lo dedicó el tiempo extra a visualizar el vídeo varias veces, el 44,12% a tomar apuntes del vídeo, el 17,65% a buscar información sobre las dudas generadas (datos de la encuesta no mostrados). Al preguntarles sobre la utilidad del *video-flip* para aprender, desde la primera clase, la mayoría de los estudiantes (75%) consideraron el *video-flip* una buena herramienta de aprendizaje. En la encuesta final el 68% de los estudiantes mantenían que el *video-flip* les había servido para aprender.

3.2. Sesión presencial

Preguntados sobre la utilidad para aprender de los ejercicios cognitivos realizados en la clase presencial, el 79,41% de los estudiantes consideraron que los ejercicios cognitivos les habían servido para aprender

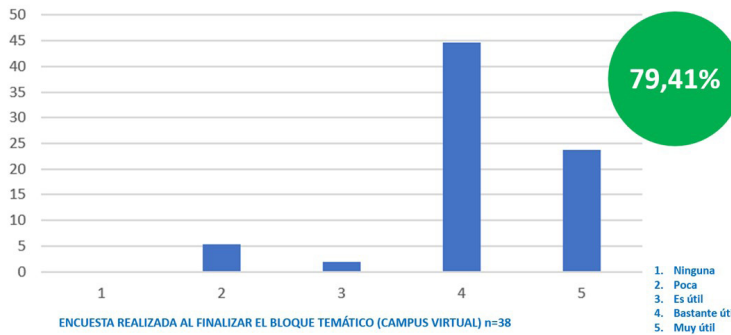


Figura 2. Utilidad para aprender de los ejercicios cognitivos realizados en las sesiones presenciales.

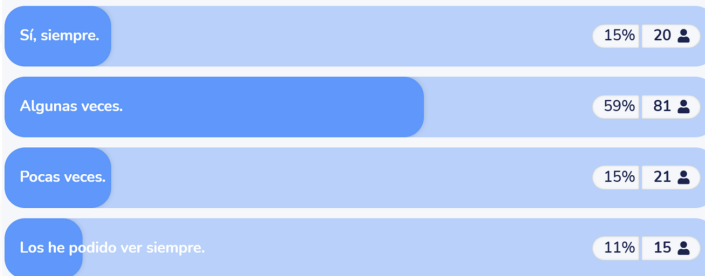
3.3. Sugerencias en los comentarios libres

En las encuestas realizadas de forma anónima, al final de cada bloque temático y al final de la experiencia en los comentarios libres, los estudiantes solicitaron más información sobre la metodología, sugirieron que se pudiera descargar el material de estudio de la Anatomoteca y solicitaron que en experiencias futuras se dirigiera más el aprendizaje colaborativo por parte de los profesores.

3.4. Acceso a las TIC a través del CV

En la encuesta final realizada con Wooclap sobre todo la experiencia, se les preguntó sobre la facilidad de acceso a los diferentes recursos utilizados a través del CV. El 11% manifestó no haber tenido ningún problema para acceder a los vídeos interactivos y el 25% no haber tenido ningún problema para acceder a la Anatomoteca.

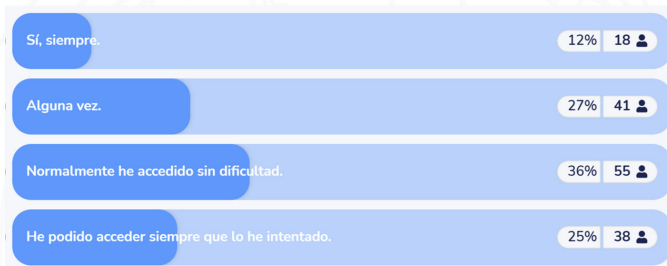
HAS TENIDO PROBLEMAS TÉCNICOS PARA VISUALIZAR EL VÍDEO EN FORMATO H5P (**VIDEOFLIP**)



Respuestas: 137/166

Figura 3. Encuesta realizada con Wooclap al final de la experiencia, para determinar la facilidad de acceso a los *vídeos-flip*.

HAS TENIDO PROBLEMAS TÉCNICOS PARA ACCEDER A LA **ANATOMOTECA** CREADA EN **TEAMS**



Respuestas: 152/166

Figura 4. Encuesta realizada con Wooclap al final de la experiencia, para determinar la facilidad de acceso a la Anatomoteca archivada en Teams.

4. Discusión

En la educación médica tradicional los profesores se focalizaban en el contenido a explicar, hoy en día y considerando que enseñar no es sinónimo de

aprender y que la posesión del conocimiento de una materia no significa ser capaz de utilizarlo (May & Silva-Fletcher, 2015), se consideran y utilizan otras formas de enseñar y de aprender, y se establecen nuevas formas para evaluar que permitan valorar y cuantificar la adquisición de otras competencias por los estudiantes. Para diseñar las clases teóricas utilizando aprendizaje invertido se ha tenido en cuenta primero la utilidad del contenido de estudio para resolver problemas reales. Para valorar el rendimiento y la adquisición de competencias se estableció un sistema de evaluación en el que las preguntas formuladas tenían diferentes niveles cognitivos (Martín-Alguacil & Avedillo, 2024). El objetivo de las clases invertidas fue en todo momento, proporcionar a los estudiantes un proceso de aprendizaje eficiente, mediante autoaprendizaje y aprendizaje interactivo en la preparación de las sesiones presenciales y aprendizaje guiado en las sesiones de discusión.

Son muchas las posibilidades para presentar el contenido a preparar antes de la sesión presencial, la más utilizada es la de lectura de textos (Moravec *et al.*, 2010; Persky & Hogg, 2017), la segunda más utilizada son las clases grabadas en vídeo (Han & Klein, 2019) o una combinación de ambas. En este estudio se ha utilizado el programa H5P para crear vídeos interactivos, accesibles a través del CV que nos ha permitido valorar diferentes aspectos del autoaprendizaje realizado por los estudiantes. Para 8 de cada 10 estudiantes, el *video-flip* le estimuló para trabajar algo más en la materia que se impartía en ese vídeo, como visualizarlo varias veces (38,24%), tomar apuntes (44,12%), o incluso buscar más información de la aportada (17,65%) sobre las dudas generadas. Estos resultados demuestran la importancia que los estudiantes dan a tener unos buenos apuntes para poder estudiar y memorizar para el examen de la asignatura. El poder cuantificar el tiempo de autoaprendizaje empleado por los estudiantes tiene mucha importancia para su consideración en el diseño de los planes de estudio cuyo programa se pretenda impartir centrado en el estudiante. El formato H5P permite a los estudiantes rebobinar y volver a visualizar el vídeo. Para fijar conceptos relevantes de la materia, todas las cuestiones interactivas requerían la correcta solución antes de poder avanzar en la visualización del vídeo, lo que les proporcionaba un *feedback* inmediato sobre su comprensión de la pregunta formulada. El *video-flip* para el autoaprendizaje, tenía una duración media de 12'; siendo lo reportado en la literatura, una duración de 60' máximo para los vídeos utilizados en enseñanza invertida, partidos en segmentos menores (Han & Klein, 2019). Los *vídeos-flip* estaban accesibles con 48 horas de antelación a la sesión presencial, algunos autores ponen a disposición de los estudiantes el contenido pre-clase

con una semana de antelación (Han & Klein, 2019), en este estudio se ha considerado el tiempo mínimo deseable para la presentación a los estudiantes del contenido a preparar individualmente (Moravec et al., 2010). En próximas experiencias con enseñanza invertida se considerará adelantar el tiempo de acceso al contenido a preparar.

Los estudiantes mayoritariamente reconocieron la utilidad del *video-flip* para aprender, solicitando el poder descargar el archivo en Teams; sin embargo, algunos estudiantes tuvieron dificultades técnicas para el acceso a los vídeos en H5P y en la Anatomoteca. Además, manifestaron su desacuerdo porque los vídeos no incluyesen todo el contenido que se trataba en las sesiones presenciales de discusión (Martín-Alguacil & Avedillo, 2024). Respecto a la sesión presencial, la mayor parte de los estudiantes reconocieron la utilidad para aprender de los ejercicios cognitivos realizados. También reconocieron cierta dificultad a la hora de pensar y realizar razonamientos anatómicos, solicitando que en experiencias futuras se considerase una mayor información sobre la metodología y más dirección por parte de los profesores. La mayoría de los estudiantes no estaba familiarizada con las metodologías docentes activas, tampoco ayudaba el hecho de estar inmersos en un currículo impartido, en su mayor parte, de forma tradicional expositiva. En cuanto a la dificultad de acceso a las TIC a través del CV señalada por algunos estudiantes, estaba relacionada con la calidad del wifi en el lugar y momento de acceso a los recursos. Las encuestas han permitido un *feedback* diario de los estudiantes que han visualizado los vídeos y que asisten a las sesiones de discusión. El que este tipo de encuestas este identificado el estudiante, junto con la información de registro de visualización de los vídeos ha permitido valorar opiniones como la valoración sistemática del aprendizaje con un 0, dándose el caso de no haber visualizado el vídeo o haberlo hecho minutos antes del inicio de la clase presencial de discusión. Las cuestiones incluidas en los vídeos H5P –además del *feedback* inmediato a los estudiantes sobre su acierto o no– han permitido destacar los aspectos conceptuales de interés del contenido presentado.

En cuanto a la visión del profesorado de la experiencia, es necesaria una mayor concienciación por parte de los estudiantes sobre la importancia de una buena preparación del contenido mediante el autoaprendizaje. Se ha confirmado que esta forma de aprender funciona (Martín-Alguacil & Avedillo, 2024); se consigue que el estudiante adquiera otras capacidades como son la resolución de problemas, espíritu crítico y aprendizaje útil que perdure a lo largo del tiempo. Para determinar la eficacia de la metodología *flipped-classroom*, en un estudio previo (Martín-Alguacil & Avedillo, 2024) se com-

raron preguntas de diferentes niveles cognitivos comparables utilizando diferentes estrategias docentes. Para determinar si se habían adquirido las diferentes competencias perseguidas con el aprendizaje invertido, se aplican los diferentes niveles cognitivos siguiendo la taxonomía establecida por Bloom, modificada por Anderson (Anderson & Krathwohl, 2001) y adaptada a la enseñanza de la anatomía por Thompson y O'Loughlin (Thompson & O'Loughlin, 2015), a las preguntas formuladas. Al valorar y comparar el rendimiento en los exámenes ordinarios de la asignatura impartida de forma tradicional y el aprendizaje invertido, se comprobó que el aprendizaje activo y concretamente el aprendizaje invertido genera un rendimiento mejor en las preguntas formuladas que requieren un nivel cognitivo superior para su resolución (Martín-Alguacil & Avedillo, 2024).

5. Conclusiones

El aprendizaje invertido centrado en el estudiante, promueve y desarrolla el autoaprendizaje, demostrando ser una herramienta didáctica muy eficiente. La utilización de metodologías activas en las sesiones presenciales ha favorecido la asistencia y la participación de los estudiantes. El Campus Virtual ha demostrado ser de mucha utilidad como plataforma central para la integración de TIC en esta experiencia de aprendizaje invertido. Los vídeos interactivos en formato H5P han tenido una muy buena aceptación por parte de los estudiantes, y mayoritariamente, los han considerado una buena herramienta para aprender. El canal creado en Teams (Anatomoteca), ha permitido el acceso, por parte de los estudiantes, a todo el contenido del curso (vídeos y PDF) en cualquier momento y en cualquier lugar, pero no se les ha permitido la descarga del material. Las encuestas realizadas a través del CV no han tenido una elevada participación, al contrario que las realizadas con Wooclap, que al realizarlas en clase, han permitido tener una elevada participación. Con las encuestas de opinión realizadas, se ha podido hacer una estimación del tiempo que los estudiantes han dedicado al autoaprendizaje y para qué lo han utilizado, siendo un dato de gran importancia para considerar en la planificación de un currículo que se pretenda impartir centrado en el estudiante. Los problemas de accesibilidad se relacionaron con la calidad del wiki. La accesibilidad a las TIC a través del CV, a cualquier hora y en cualquier lugar, ha estado limitada por la calidad de la conexión que tuvieron los estudiantes al intentar acceder al CV en sus diferentes ubicaciones.

Referencias bibliográficas

- Anderson W., Lorin y David R. Krathwohl. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.
- ESEVT_SOP_2023_adopated_by_the_36th_GA_in_Leipzig_on_8_June_2023.pdf. (n.d.). Retrieved January 1, 2024, from https://www.eaeve.org/fileadmin/downloads/SOP/ESEVT_SOP_2023_adopated_by_the_36th_GA_in_Leipzig_on_8_June_2023.pdf
- Frank R., Jason, Linda S. Snell, Olle T. Cate, Eric S. Holmboe, Carol Carraccio, Susan R. Swing, Peter Harris, Nicholas J. Glasgow, Craig Campbell, Dath Deepak, Ronald M. Harden, Williams Iobst, Donlin M. Long, Rani Mungroo, Denyse L. Richardson, Jonathan Sherbino, Ivan Silver, Sarah Taber, Martin Talbot y Kenneth A. Harris. 2010. «Competency-based medical education: Theory to practice». *Medical Teacher* 32(8): 638–645. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2010.501190>
- Han, Emily y Kristin C. Klein. 2019. Pre-Class Learning Methods for Flipped Classrooms. *American Journal of Pharmaceutical Education* 83(1): 6922. <https://doi.org/10.5688/ajpe6922>
- Lurie S., Jacob. 2012. «History and practice of competency-based assessment». *Medical Education* 46(1): 49-57. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2011.04142.x>
- May A., Stephen y Ayona Silva-Fletcher. 2015. «Scaffolded Active Learning: Nine Pedagogical Principles for Building a Modern Veterinary Curriculum». *Journal of Veterinary Medical Education* 42(4): 332–339. <https://doi.org/10.3138/jvme.0415-063R>
- Martín-Alguacil, Nieves y Luis Avedillo. 2024. «Theoretical teaching of veterinary anatomy using the flipped classroom method: Evaluation of student performance and perception». En *La Universidad innova en metodologías y herramientas*. Colección Ciencias Sociales en Abierto. Peter Lang – International Academic Publishers, Berlín, Alemania. ISBN: 978-3-631-91602-5. (en prensa)
- Moravec, Marin, Adrienne Williams, Nancy Aguilar-Roca y Diane K. O'Dowd. 2010. «Learn before Lecture: A Strategy That Improves Learning Outcomes in a Large Introductory Biology Class». *CBE Life Sciences Education* 9(4): 473–481. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-04-0063>
- Nahm. Sang-Soep, Kichang Lee, Myung Sun Chun, Jongil Kang, Seungjoon Kim, Seong Mok Jeong, Jin Young Chung y Pan Dong Ryu. 2023. «Establishing veterinary graduation competencies and its impact on veterinary medical education in Korea». *Journal of Veterinary Science* 24(3): e41. <https://doi.org/10.4142/jvs.22258>

Navmec_roadmapreport_web_booklet.pdf. (n.d.). Retrieved January 1, 2024, from https://www.aavmc.org/assets/data-new/files/NAVMEC/navmec_roadmapreport_web_booklet.pdf

Persky M., Adam y Abigail Hogg. 2017. «Influence of Reading Material Characteristics on Study Time for Pre-Class Quizzes in a Flipped Classroom». *American Journal of Pharmaceutical Education* 81(6): 103. <https://doi.org/10.5688/ajpe816103>

Thompson R., Andrew y Valerie D. O'Loughlin. 2015. «The Blooming Anatomy Tool (BAT): A discipline-specific rubric for utilizing Bloom's taxonomy in the design and evaluation of assessments in the anatomical sciences». *Anatomical Sciences Education* 8(6): 493-501. <https://doi.org/10.1002/ase.1507>

«Esto va de Micro»: el pódcast de microbiología de los estudiantes de la Universidad Complutense

Jéssica Gil-Serna¹; Lucía Arregui¹; María José Valderrama¹; Mirian Doménech¹; Richard Williams¹; Covadonga Vázquez¹; Belén Patiño¹; Mercedes Martín-Cereceda¹; Blanca Pérez-Uz¹; Tania Ayllón¹

Resumen. En este trabajo se muestra el proceso de implementación del pódcast «Esto va de Micro» como herramienta docente y divulgativa en el área de la microbiología durante los cursos académicos 2021-2022 y 2022-2023. Este pódcast ha sido realizado íntegramente por estudiantes de la Universidad Complutense (UCM), que se han encargado tanto de la preparación y ejecución de las entrevistas a expertos en microbiología como de la producción final de los episodios. Los participantes en el proyecto fueron tutorizados por un/a profesor/a de la Unidad Docente de Microbiología y recibieron formación en conceptos fundamentales sobre la realización de entrevistas por parte de periodistas de la Unidad de Cultura Científica de la UCM. A través de este enfoque de aprendizaje, los estudiantes desarrollaron competencias esenciales en el entorno educativo y profesional actual como son las habilidades de comunicación y de trabajo en equipo, al mismo tiempo que mejoraron sus conocimientos en microbiología. Los 19 episodios del pódcast, disponibles en plataformas iVoox y Spotify, han alcanzado más de 4.600 reproducciones en 32 países, promoviendo la divulgación científica y la participación estudiantil más allá de los límites del ámbito académico.

Palabras clave: actualidad en microbiología; entrevistas; estudiantes universitarios; divulgación científica; pódcast.

¹ Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid.

1. Introducción

La microbiología es un área científica que genera gran interés en la sociedad debido a su relevancia en diversos sectores, tales como el sanitario, ambiental y tecnológico. En la coyuntura actual donde las aproximaciones pseudocientíficas se expanden a gran velocidad, el fomento de la difusión de información científica de calidad, y más específicamente de temas relacionados con la microbiología, es fundamental para que la sociedad cuente con información precisa que le ayude a la toma de decisiones apoyadas en criterios científicos. Aunque la importancia de la divulgación científica es bien conocida, en los últimos años ha cobrado mayor relevancia. Los sistemas de comunicación global y las redes sociales permiten un acceso sencillo e inmediato a gran cantidad de información, que desafortunadamente no siempre es correcta. En la actualidad, los docentes universitarios percibimos la labor de divulgación como una responsabilidad esencial de nuestra actividad, incluyendo la transmisión a los estudiantes de la importancia de comunicar la ciencia de manera clara y precisa a la sociedad.

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) son esenciales en la educación universitaria, la cual debe incorporar estas herramientas, particularmente aquellas que puedan tener un mayor impacto o sean más utilizadas por los estudiantes. Entre ellas, el pódcast está experimentando un incremento significativo en su utilización, tanto por su versatilidad en términos de dispositivos de reproducción, como por la flexibilidad de acceso [1,2].

En este trabajo se expone la metodología y los resultados de dos Proyectos de Innovación Docente de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), *El pódcast como herramienta docente y divulgativa: conversaciones entre estudiantes y expertos en microbiología* y *Esto va de Micro*, que se llevaron a cabo durante los cursos académicos 2021-2022 y 2022-2023, respectivamente. Se trata de un programa de pódcast que se fundamenta en entrevistas semiestructuradas con personas expertas en distintas áreas de la microbiología. Este programa, completamente elaborado por estudiantes de la UCM, se encuentra en su tercera edición en 2024. El objetivo principal de esta iniciativa ha sido introducir el uso del pódcast como una herramienta docente como divulgativa, abordando temas de actualidad en microbiología.

2. Metodología

Los participantes en este proyecto han sido profesores de la Unidad Docente de Microbiología del Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas y estudiantes de grado, máster y doctorado de distintas titulaciones en las que se imparten asignaturas con contenidos de microbiología de la UCM. La implicación de los estudiantes en el pódcast ha sido totalmente voluntaria y no ha tenido repercusión en su calificación. El único requisito ha sido que hubiesen cursado con anterioridad alguna asignatura básica sobre Microbiología. En la planificación del proyecto se consideraron las investigaciones de Fernández *et al.* [1] acerca del empleo del pódcast como fundamento para la elaboración de contenidos en la educación universitaria, así como los trabajos de Saborío-Taylor [3] relacionados con la programación y la producción de estos. El desarrollo de las actividades se describe a continuación y se resume en la figura 1. Además, en esta misma figura, se exponen las metodologías docentes aplicadas en todo el proceso de creación de «Esto va de Micro».

1. Durante los primeros meses del curso académico, los profesores participantes exponen el proyecto en las clases que imparten y también se publicita en las redes sociales del proyecto y de la Facultad de Ciencias Biológicas. Se reclutan, de esta forma, estudiantes voluntarios a quienes se les convoca a asistir a una jornada de formación básica impartida por las periodistas de la Unidad de Cultura Científica de la UCM sobre divulgación científica y la manera correcta de realizar una entrevista.

2. Posteriormente, se organizan los grupos de trabajo a los que se les asigna un tema entre los previamente seleccionados por el equipo de docentes, así como la persona experta a entrevistar.

3. El trabajo comienza, a partir de este momento, en cada uno de los grupos de forma autónoma. Los equipos están generalmente formados por 3-4 estudiantes con distintos niveles académicos y titulaciones (grado y máster) bajo la supervisión de un profesor. En la segunda temporada del programa, un estudiante que previamente había participado en la primera edición, asumió el rol de mentor, lo que favoreció el aprendizaje de los nuevos participantes más inexpertos [4]. Los alumnos de cada grupo investigan sobre el tema y la persona designados para la entrevista, utilizando fuentes fiables y elaborando un guion acompañado de una propuesta de potenciales preguntas. El tutor de cada grupo orienta a sus alumnos durante todo este proceso.

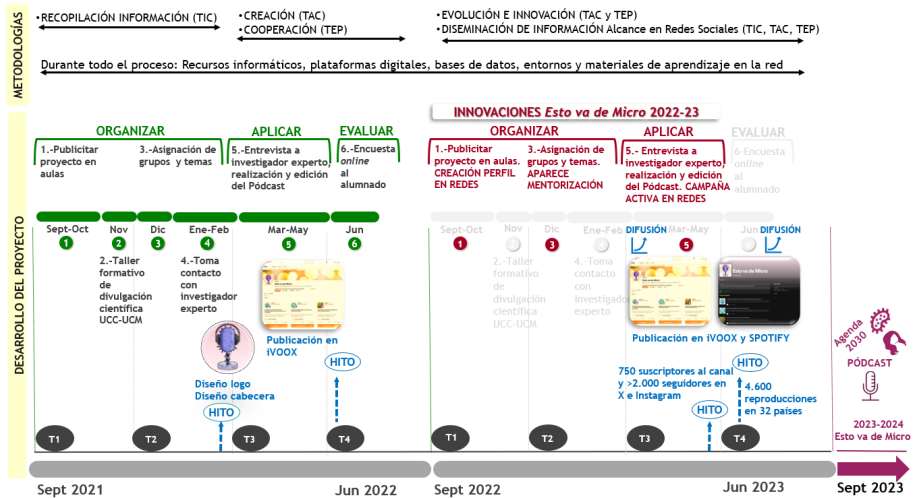


Figura 1. Marco temporal y desarrollo de las actividades del podcast «Esto va de Micro». Se reflejan la implementación de las TIC y su aplicación didáctica (TAC y TEP). TIC: Tecnologías de Información y Comunicación; TAC: Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento; TEP: Tecnologías del Empoderamiento y la Participación.

4. Una vez trabajado el tema, los grupos tienen una primera reunión con la persona a entrevistar para conocerla, conversar de forma distendida y plantear sus dudas con respecto a su trabajo. Los grupos de estudiantes elaboran el listado final de preguntas para la entrevista. En una sesión posterior se procede a realizar y grabar la entrevista utilizando una grabadora o micrófonos profesionales y los programas de uso libre Audacity y VoiceMeeter. En el caso de entrevistas *online*, se emplea la plataforma Zencastr. Finalmente, se edita el podcast empleando el programa Audacity, ya mencionado, que es un *software* sencillo y gratuito. Se han preparado videotutoriales sobre cómo hacer el montaje y mejorar la calidad del audio grabado para facilitar el empleo de dichos programas a los participantes con menos experiencia en estas actividades.

5. Por último, los podcasts se publican en las plataformas iVoox y Spotify en perfiles específicos creados para el programa. Para cada episodio, los estudiantes redactan, además, un breve resumen e incluyen una imagen o esquema (de diseño propio o señalando los créditos en el caso de uso de material libre). Durante la temporada de emisión de «Esto va de Micro», que corresponde al período entre abril y junio, se publica un programa a la semana.

Además, la publicidad de los capítulos se realiza a través de las redes sociales del programa en X (antes Twitter) e Instagram. Cada semana se diseña un meticuloso plan de publicaciones con el objetivo de captar la atención del público potencial del programa.

6. Al finalizar cada temporada, se realiza una encuesta *online* a los estudiantes participantes en el proyecto utilizando Google Forms. Consta de preguntas sencillas de valoración del proyecto entre 1 y 5 y de respuesta simple del tipo Sí/No. Además, tiene un apartado final para que los alumnos puedan indicar los aspectos más positivos y negativos del proyecto, y si están dispuestos a participar de nuevo en el mismo.

3. Resultados y discusión

En este trabajo se describen los resultados de las dos ediciones del proyecto ya finalizadas. La primera fue llevada a cabo durante el curso 2021-2022, cuando se emprendió como experiencia piloto y supuso, en ese momento, la grabación del único pódcast utilizado con fines docentes en la UCM. La segunda correspondió al periodo académico 2022-2023, durante el cual se implementaron diversas mejoras basadas en los resultados obtenidos en la edición anterior, entre las cuales destaca la relativa al aumento del alcance de los programas publicados. En la figura 1 se muestran los principales hitos alcanzados durante los dos cursos en los que se ha desarrollado la actividad.

Participantes. En el proyecto se han implicado 10 profesores que han sido responsables de la tutorización de los grupos, 4 estudiantes de doctorado encargados de la difusión en redes sociales y un total de 74 estudiantes (46 del Grado en Biología; 5 del Grado en Bioquímica; 11 del Máster en Biotecnología Industrial y Ambiental; 11 del Máster en Microbiología y Parasitología: I+D; 1 del Máster en Análisis Sanitarios; 1 del Máster en Biología Sanitaria; 1 del Máster en Virología).

Los estudiantes han trabajado en equipos multidisciplinares, integrando distintos cursos y titulaciones, lo que ha favorecido el aprendizaje colaborativo, con distintas visiones en función de los estudios cursados. Los tutores actuaron como orientadores, dejando a los estudiantes la responsabilidad del desarrollo de todas las etapas del proyecto. Las metodologías de enseñanza-aprendizaje empleadas perseguían la adquisición por parte de los estudian-

tes de competencias específicas de sus titulaciones (adquisición y refuerzo de contenidos sobre microbiología) y muy en particular competencias transversales, que son más difíciles de abordar en la docencia reglada de las asignaturas. Cabe citar el trabajo en equipo que fomenta la colaboración, organización y asunción de responsabilidades, el aprendizaje entre iguales, la búsqueda y análisis crítico de información, o la expresión científica correcta y adaptada a lenguaje divulgativo, entre otras. Es destacable también el trabajo en competencias técnicas y profesionales, como la elaboración y edición de entrevistas o la proyección a posible actividad profesional en el campo de la divulgación científica. Algunos de estos aspectos fueron destacados por los participantes en las encuestas de evaluación realizadas al final del proyecto.

Pódcast. Se han realizado un total de 19 capítulos de «Esto va de Micro», en los que se ha entrevistado a diversos profesores o investigadores expertos en aspectos relevantes de la microbiología, abarcando áreas como la sanitaria, ambiental o biotecnológica. En la tabla 1 se detallan las personas entrevistadas y el título del pódcast junto con la fecha de publicación. Hay que destacar que dos de los pódcast han sido realizados íntegramente en inglés, lo que contribuye a su difusión a oyentes de habla no española y a la internalización de las actividades docentes en la UCM.

Todos los programas, con una duración de entre 20 y 25 minutos, tienen el siguiente formato: (1) Introducción (2-3 minutos) realizada por dos estudiantes en la que se presenta el tema como una conversación informal, utilizando situaciones cotidianas o noticias de actualidad para captar la atención del oyente; (2) Entrevista/diálogo con el invitado (máximo 15 minutos) sobre el tema, realizada por otros dos estudiantes, en la que se plantean las preguntas acordadas por el grupo, teniendo preparadas varias preguntas alternativas que seleccionarán en función de las respuestas del entrevistado y del desarrollo de la sesión; (3) Dos preguntas relacionadas con las aficiones del entrevistado que se realizan con el propósito de dar homogeneidad al programa y proporcionar al científico un toque más humano y cercano; (4) Cierre y conclusión (1-2 minutos) en la que un estudiante resume los aspectos más relevantes tratados durante la entrevista. Esta sección lleva como fondo la música favorita de la persona entrevistada que se obtiene a partir de plataformas de música libre (aportando los créditos adecuados).

El programa de pódcast «Esto va de Micro» ha sido realizado íntegramente por estudiantes de la Universidad, que han colaborado no solo en su grabación y edición de cada programa, sino también en la parte creativa del

proyecto. Así, la voz de la cabecera que se incluye al inicio de los episodios fue grabada por uno de los estudiantes (Javier Ibáñez González) y la música compuesta expresamente por otra alumna (Yanara Ferrer Serna). «Esto va de Micro» cuenta también con un logo propio diseñado por la alumna María Martínez Orosa. Con todo ello, se ha conseguido ofrecer programas homogéneos y con una marca de identidad reconocible.

Los pódcast generados por los propios estudiantes ayudan a mejorar su comprensión del tema, a profundizar en una idea con un sentido más crítico y a desarrollar tanto habilidades de lenguaje y comunicación como las relacionadas con el uso de las nuevas tecnologías [5,6]. Asimismo, las experiencias llevadas a cabo por Armstrong *et al.* [7] o Lettini [8] demuestran que los estudiantes se motivan cuando se les deja ser partícipes del desarrollo del pódcast al completo, proporcionándoles una orientación adecuada. Los alumnos valoran positivamente que se les ofrezca la oportunidad de investigar, analizar la información y comunicarla con el apoyo de expertos en el tema. Además, estos autores reflejan que los programas grabados se convierten en material idóneo para ser incorporado y utilizado durante la docencia de las asignaturas que imparten. La colaboración entre iguales, con mentoría de alumnos más formados a otros más jóvenes, también ha sido resaltada en algunas experiencias de aprendizaje activo [4].

Tabla 1. Relación de investigadores participantes, centro de trabajo, tema y título de la entrevista y fecha de publicación de cada pódcast. Al hacer clic en el nombre de las plataformas se accede al correspondiente capítulo.

Investigador	Publicación	Centro de trabajo	Tema / Título de entrevista
Francis Mojica	18/04/2022	Universidad de Alicante	El sistema CRISPR-Cas microbiano / Francis Mojica y la receta de CRISPR-Cas (Spotify - iVoox)
Bruno González-Zorn	25/04/2022	Universidad Complutense de Madrid	Resistencia a antibióticos / Surfeando las superbacterias con Bruno González-Zorn (Spotify - iVoox)
César Muñoz-Fontela	02/05/2022	Bernhard Nocht Institute	Virus hemorrágicos / Viaje al mundo de los virus hemorrágicos con César Muñoz Fontela (Spotify - iVoox)
Rosa del Campo	09/05/2022	Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria	Trasplantes de microbiota fecal / Un reto un tanto «difficile» con Rosa del Campo (Spotify - iVoox)

Carlos Briones	13/05/2022	Centro de Astrobiología	Astrobiología y origen de la vida / Volando hacia las estrellas de la mano de Carlos Briones (Spotify - iVoox)
Lucas Domínguez	22/05/2022	Universidad Complutense de Madrid	Toxiinfecciones alimentarias / Descubriendo las toxiinfecciones alimentarias con Lucas Domínguez (Spotify - iVoox)
Úrsula Höfle	30/05/2022	Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (CSIC)	Zoonosis / What birds have to say about zoonoses? with Ursula Höfle (Spotify - iVoox)
Auxiliadora Prieto	06/06/2022	Centro de Investigaciones Biológicas-Margarita Salas (CSIC)	Bioplásticos bacterianos / Descubrimos los bioplásticos bacterianos con Auxiliadora Prieto (Spotify - iVoox)
Jéssica Gil Serna	03/10/2022	Universidad Complutense de Madrid	Micotoxinas / ¡Alerta micotoxinas! con Jéssica Gil-Serna (Spotify - iVoox)
Álex Mira	17/04/2023	Fundación para el Fomento de la Investigación Sanitaria y Biomédica (FISABIO)	Microbiota oral / La boca como ventana al cuerpo (Spotify - iVoox)
María de Toro	24/04/2023	Centro de Investigación Biomédica de La Rioja (CIBIR)	Bioinformática aplicada a la Microbiología / Engánchate a la bioinformática con María de Toro (Spotify - iVoox)
José Suárez	27/04/2023	Canal de Isabel II	Depuración de aguas residuales / José Suárez y los «microtrabajadores» que depuran nuestras aguas (Spotify - iVoox)
Paula Río	03/05/2023	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)	Terapia génica con vectores virales / ¿Qué los virus curan? Se lo preguntamos a Paula Río (Spotify - iVoox).
Ignacio López-Goñi	10/05/2023	Universidad de Navarra	Comunicación en Microbiología / Luchando contra la desinformación con Ignacio López-Goñi (Spotify - iVoox)
María Jesús Martínez	18/05/2023	Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Salas (CIB-CSIC)	Producción de energías alternativas / Futuro verde: el bioetanol con María Jesús Martínez (Spotify - iVoox)

Víctor de Lorenzo	23/05/2023	Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC)	Biología sintética / Biología sintética, el diseño o rediseño de sistemas biológicos con Víctor de Lorenzo (Spotify - iVoox)
Silvina González-Rizzo	29/05/2023	Universidad de Las Antillas	Descubrimiento de <i>Thiomargarita magnifica</i> / Una bacteria realmente magnifica con Silvina González-Rizzo (Spotify - iVoox)
Inmaculada Casas	06/06/2023	Instituto de Salud Carlos III	Vigilancia Epidemiológica / Vigilancia epidemiológica de la mano de Inmaculada Casas (Spotify - iVoox)
Lisa Boden	12/06/2023	University of Edinburgh / Centre of Expertise on Animal Disease Outbreaks (EPIC)	Políticas Sanitarias / Scientists provide EPIC advice for preventing animal disease outbreaks, with Lisa Boden (Spotify - iVoox)

En la primera temporada de «Esto va de Micro», los episodios se lanzaron exclusivamente en la plataforma iVoox. Sin embargo, en el siguiente curso académico se incorporó la plataforma Spotify que presenta una audiencia más extensa entre la juventud. La difusión a través de varias plataformas y, sobre todo Spotify, ha permitido que los capítulos de «Esto va de Micro» lleguen no sólo al alumnado universitario como un complemento a las asignaturas cursadas, sino también a un público más amplio, favoreciendo la difusión de la cultura científica en la sociedad mediante contenidos de calidad relacionados con la microbiología. El canal «Esto va de Micro» cuenta con más de 750 suscriptores en ambas plataformas y más de 2.000 seguidores en redes sociales. Los distintos capítulos han tenido más de 4.600 reproducciones en 32 países fundamentalmente de Europa y América, incluyendo países no hispanohablantes como Reino Unido, Estados Unidos o Alemania. Estos datos muestran la alta aceptación y difusión que tiene el pódcast, así como su utilidad como herramienta de divulgación científica y en el ámbito de la microbiología [9,10]. Distintos autores han señalado que la utilización del pódcast es muy adecuada como estrategia de aprendizaje, ya que permite trasladar la enseñanza a otros espacios habituales para los estudiantes fuera de las aulas [11] y es posible su escucha simultánea con la realización de otras actividades. Además, los pódcast divulgativos se han consolidado como una alternativa de ocio, con un creciente número de suscriptores que pueden disfrutar de estos programas durante sus actividades cotidianas, sin depender de emisio-

nes en vivo. Los datos de la encuesta de 2023 de la plataforma iVoox, una de las más empleadas para la emisión de estos programas, reflejan que el 66% de las personas escuchan pódcast porque les permite hacer otras cosas a la vez, y oírlos donde deseen (61%). Además, el 63% de los oyentes lo utilizan para su aprendizaje en distintas temáticas [12].

Durante el desarrollo de este proyecto, desde el comienzo del curso académico 2022-2023 y coincidiendo con la emisión de los pódcast, se realizó una difusión muy activa en las cuentas de las redes sociales del proyecto en X e Instagram. Una iniciativa particularmente atractiva fue, entre otras, el planteamiento de un enigma compuesto por cuatro pistas, con el propósito de descubrir el nombre de la persona entrevistada. Este juego se publicó de manera secuencial varios días antes de la emisión del pódcast (figura 2).

Evaluación de las actividades. Este proceso se realizó recopilando información por medio de una encuesta. La encuesta fue respondida por 59 estudiantes, lo que corresponde al 79% del total de participantes. En general, los estudiantes han valorado muy positivamente su participación en el proyecto y solo han manifestado algunos aspectos negativos que se intentarán mejorar en los próximos cursos, siendo el más significativo que más del 40% de los participantes señalan la dificultad en encontrar tiempo para trabajar con sus compañeros y compaginar horarios.

Globalmente, valoran el proyecto de manera excelente (4,6/5) y se sienten muy satisfechos del trabajo realizado por su grupo (4,6/5). Los resultados de las encuestas revelan, además, que el aspecto más positivo del proyecto para los estudiantes ha sido la posibilidad de conocer a una persona experta en microbiología (4,9/5). Por otro lado, manifiestan que el trabajo realizado les ha llevado a aprender sobre el tema que se les ha asignado (4,6/5), así como a reconocer la importancia de la divulgación científica a la sociedad (4,6/5). En cuanto a las competencias adquiridas, los participantes indican haber mejorado su capacidad de comunicación y expresión oral (4,2/5).



Figura 2. Ejemplo de las infografías realizadas para el juego «Adivina el invitado» realizado para el episodio protagonizado por Paula Río sobre vectores virales en terapia génica.

Por último, es interesante destacar que les ha gustado trabajar en equipo con compañeros de otros cursos (4,5/5) e incluso algunos lo señalan como lo mejor de su experiencia en el proyecto.

4. Conclusión

La implementación del pódcast como estrategia para el aprendizaje y la divulgación de la microbiología ha enriquecido significativamente el proceso educativo y favorecido la adquisición de competencias importantes para el alumnado que son esenciales en el entorno educativo y profesional actual. Los pódcast permiten a los usuarios acceder al contenido educativo en cualquier momento y lugar, lo que facilita el aprendizaje asíncrono y mantienen a los estudiantes actualizados sobre los últimos avances y tendencias en ciencia, fomentando el pensamiento crítico, su creatividad y autonomía (aprendizaje autodirigido). Con la metodología empleada, se ha conseguido mejorar las habilidades digitales y la capacidad de comunicación y/o el trabajo en equipo

de los estudiantes implicados. El proyecto ha tenido una gran acogida entre el estudiantado que valora muy positivamente la realización de actividades que complementen su formación de grado o máster más allá de vertientes estrictamente académicas. Por último, su difusión fuera del entorno académico se ha visto favorecida por el empleo de las redes sociales y la inclusión de la plataforma Spotify, además de la de iVoox.

Agradecimientos

Esta actividad ha sido financiada por la UCM mediante dos Proyectos de Innovación Docente (INNOVA 191/2021-22 y 136/2022-23). Los autores agradecen sinceramente a los investigadores expertos entrevistados su desinteresada y entusiasta colaboración en la divulgación de la microbiología.

Referencias bibliográficas

- Armstrong, Gary, Joanne M. Tucker y Victor J. Massad. 2009. «Interviewing the experts: student produced podcast». *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice* 8: 79-90.
- Drew, Christopher. 2017. «Edutaining audio: an exploration of education podcast design possibilities». *Educational Media International* 54: 48-62.
- Fernández, Vicenc, Jose M. Sallan y Pep Simo. 2015. «Chapter 14. Past, Present, and Future of Podcasting in Higher Education». En: Li, M., Zhao, Y. (eds.), *Exploring Learning & Teaching in Higher Education, New Frontiers of Educational Research*, 305-330. Springer.
- Haupt, Ryan James, Patrick Wheatley, Abraham Padilla y Charles J. Barnhart. 2015. «The Success of Podcasting as a Success for Science Outreach». Conference: AGU Fall Meeting At: San Francisco, CA Volume: PA24A-04.
- Lettini, Stacey E. 2014. «Using ASM Podcasts to Excite Undergraduate Students about Current Microbiological Research». *Journal of Microbiology & Biology Education* 15: 330-331.
- Mathany Clarke, Jason Dood. 2018. «Student-generated interview podcast: an assignment template». *Collect Essays on Learning and Teaching* 11: 65-75.
- Observatorio iVoox, 2024. «Estadísticas del consumo de podcast en español 2023». Disponible en: <https://www.ivoox.com/informes-ivoox-informe-consumo-podcast->

- en-espanol. Ramos, Ana María y María Jesús Caurcel. 2011. «Los podcast como herramienta de enseñanza-aprendizaje en la universidad». *Revista de Currículum y Formación de Profesorado* 15: 151-162.
- Rutherford, Stephen. 2015. «E pluribus unum: the potential of collaborative learning to enhance microbiology teaching in higher education». *FEMS Microbiology Letters* 362: 1-6.
- Saborío-Taylor, Silvia. 2018. «Podcasting: una herramienta de comunicación en el entorno virtual». *Innovaciones Educativas* 29: 95-103.
- Solano, Isabel María y María del Mar Sánchez. 2010. «Aprendiendo en cualquier lugar: el podcast educativo». *Revista de Medios y Educación* 36: 125-139.
- Strickland, Bronson K., Jarred M. Brooke, Mitchell T. Zischke y Marcus A. Lashley. 2021. «Podcasting as a tool to take conservation education online». *Ecology and Evolution* 11(8): 3597-3606.

Utilización del ChatGPT como herramienta didáctica en la enseñanza invertida en Ciencias de la Salud

Nieves Martin-Alguacil¹; Luis Javier Avedillo¹; Rubén Mota Blanco¹; Miguel Gallego-Agúndez¹

Resumen. En este trabajo exploramos la utilización del ChatGPT para su incorporación como herramienta docente en el aprendizaje invertido o *flipped classroom* en clases de anatomía. Se ha entrenado a los estudiantes para utilizar el ChatGPT y aprender a discriminar la información obtenida. Partimos de la premisa que las herramientas de IA serán parte de su futuro profesional, por lo que deben aprender a utilizarlas con pensamiento crítico, en esta experiencia en concreto, con juicio anatómico, es decir, pensando y razonando anatómicamente. Se ha valorado la capacidad del ChatGPT para responder ante la formulación de preguntas con diferentes niveles cognitivos y su utilidad como herramienta docente en el aprendizaje invertido. Se han calificado un total de 40 preguntas clasificadas en cuatro niveles cognitivos (Martín-Alguacil y Avedillo, 2024). Los niveles cognitivos son los establecidos y utilizados para valorar la adquisición de competencias por parte de los estudiantes en la enseñanza teórica de anatomía con la metodología de *flipped classroom*. Las capacidades medidas en los distintos niveles cognitivos fueron en el nivel 1, memorizar (conocimiento); en el nivel 2, describir o distinguir (comprensión); en el nivel 3, deducir y predecir (aplicación); y, en el nivel 4 interpretar, juzgar, criticar y analizar (análisis). Las preguntas se han formulado en la versión gratuita en abierto del ChatGPT 3.5, en dos de sus versiones, en inglés y en español. Se consideró la primera respuesta generada y se compararon las respuestas obtenidas al utilizar las versiones en los dos idiomas. Algunas preguntas se reformularon para hacer el *prompt* más preciso y se valoró si

¹ Departamento de Anatomía y Embriología. Universidad Complutense de Madrid.

generaba una respuesta diferente y si la respuesta generada era mejor. Cuatro profesores de anatomía evaluaron las respuestas generadas, utilizando una rúbrica como referencia. Paralelamente todas las respuestas se calificaron con una corrección colaborativa entre los cuatro profesores para discutir sobre las discrepancias, en el caso de que existiesen, y poder así discriminar de forma consensuada los resultados generados por el *chatbot*. Para determinar la calificación de cada una de las preguntas, se utilizó una escala de Likert de 0 a 5, en la que 0 se otorgó a las respuestas incorrectas en su totalidad y 5 a las respuestas totalmente correctas. Se calculó la media aritmética de la puntuación de cada profesor en cada una de las preguntas. La media de los valores obtenidos para la corrección del nivel cognitivo 1 han sido de 1,7 en español y de 2,44 en inglés; para el nivel cognitivo 2, de 2,40 en español y de 3,45 en inglés; para el nivel cognitivo 3, de 2,55 en español y de 3,3 en inglés; y, para el nivel cognitivo 4, de 2,95 en español y de 3,60 en inglés. En las preguntas reformuladas mejoraron las respuestas obtenidas. En general, las respuestas generadas por la versión en inglés fueron mejores que las generadas en español, hecho que se repitió también para las preguntas reformuladas y se corroboró en la corrección colaborativa. El *chatbot* solo obtuvo la máxima calificación (5) en alguna pregunta de nivel cognitivo 2 y 4. Al contrario de lo que cabría esperar, las respuestas generadas utilizando esta herramienta de IA no han sido perfectas y en alguna pregunta reformulada ha generado las denominadas «alucinaciones». La corrección colaborativa nos ha permitido constatar el potencial de este *chatbot* como herramienta de aprendizaje para generar discusión y pensamiento crítico en las sesiones presenciales con la metodología de aula invertida.

Palabras clave: aprendizaje activo; aprendizaje invertido; *flipped classroom*; ChatGPT; niveles cognitivos.

1. Introducción

La inteligencia artificial (IA) significa que existen máquinas capaces de emular la inteligencia al dotarles de capacidades humanas como son la comprensión, el razonamiento y la capacidad de resolver problemas (Buabbas *et al.*, 2023). Un ejemplo de ello son los denominados grandes modelos de lenguaje (LLM) que están entrenados para generar respuestas en formato conversacional, similares a las que podría generar un humano, con cantidades masivas

de información y datos accesibles en libros, artículos o páginas web (Meyer *et al.*, 2023). Una de las aplicaciones de los LLM que cada día se usan más son los *chatbots* que consisten en un sistema de IA con una interfase conversacional que operan utilizando el denominado «*prompt*», que es lo que se le pide o requiere, a lo que el *chatbot* ofrece una respuesta que comunica con un lenguaje natural. En la actualidad existen varias posibilidades para utilizar los LLM de IA en la enseñanza, uno de ellos es el ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer). El ChatGPT, desarrollado por Open AI, fue lanzado en 2022 como un *bot* conversacional o *chatbot* entrenado para generar respuestas sobre redacción de textos y análisis de problemas sencillos en una gran variedad de campos del conocimiento, similares a las que pudiera realizar un ser humano (Shoja *et al.*, 2023). Es una herramienta gratuita que tiene un gran potencial que hace que se pueda utilizar en diversos ámbitos de la educación superior, como la investigación, las publicaciones y como valor añadido al sistema de enseñanza. A la capacidad de los sistemas de IA de poseer funciones cognitivas superiores, incluyendo la resolución de problemas, razonamiento y toma de decisiones se le denomina pensamiento cognitivo superior.

Los estudiantes necesitan aprender a utilizar la tecnología, dominar la utilización de datos y sobre todo aprender a juzgar la información que obtienen mediante IA. Para ello, los currículos se deben impartir buscando que el estudiante desarrolle la capacidad de aprender, de pensar, de ser capaces de explorar el conocimiento y de utilizar las posibilidades que les ofrece el aprendizaje digital de manera eficaz. La enseñanza en ciencias de la salud debe conseguir que los estudiantes adquieran habilidades y competencias basadas en el desarrollo del pensamiento crítico y en el análisis de problemas para poder resolverlos de manera efectiva, especialmente de problemas complejos. El enfoque del aprendizaje activo centrado en el estudiante es una metodología educativa que busca promover la participación y el compromiso del estudiante en su propio proceso de aprendizaje. Se basa en la idea de que los estudiantes son capaces de construir su propio conocimiento y aplicarlo en nuevas situaciones. Los estudiantes en ciencias de la salud deben estar preparados para enfrentar desafíos y situaciones nuevas en su futura práctica profesional. En este contexto, la capacidad de reconocer y aplicar el conocimiento previamente adquirido en nuevas situaciones es fundamental para lograrlo. En lugar de enfocarse en la memorización de conceptos específicos, el aprendizaje activo en la enseñanza en ciencias de la salud se centra en la comprensión de los diferentes conceptos y la aplicación de esta comprensión en situaciones prácticas. Los estudiantes deben comprender los principios y fundamentos

de la medicina, en lugar de simplemente memorizar datos y hechos. Esto les permitirá adaptarse a los futuros cambios y avances a lo largo de su carrera profesional. Para implementar este enfoque, los docentes en ciencias de la salud deben proporcionar a los estudiantes oportunidades de participar activamente en su propio proceso de aprendizaje. Esto incluye actividades como discusiones en grupo, resolución de problemas, trabajos prácticos de campo o de laboratorio, estudio de casos clínicos, entre otras. Estas estrategias permiten a los estudiantes aplicar sus conocimientos, debatir diferentes perspectivas y construir su entendimiento de la materia. Además, es importante que los docentes actúen como facilitadores y guías en el aprendizaje de los estudiantes, en lugar de ser meros transmisores de información o conocimiento, para lo que es necesario crear un ambiente de aprendizaje estimulante donde los estudiantes sean alentados a explorar, cuestionar y reflexionar sobre lo que están aprendiendo. Los docentes también deben estar dispuestos a adaptarse a las necesidades y estilos de aprendizaje de cada estudiante, brindando apoyo y retroalimentación individualizada.

El aprendizaje activo, y más concretamente la enseñanza invertida en ciencias de la salud, tiene como objetivo fomentar la capacidad de los estudiantes para reconocer y aplicar el conocimiento en nuevas situaciones. Esto se logra únicamente a través de la comprensión activa de los conceptos (en lugar de la mera memorización de estos) y a través de la participación activa del estudiante en su propio proceso de aprendizaje. Con esta metodología los estudiantes estarán mejor preparados para afrontar los futuros desafíos de su práctica profesional y para adaptarse a los cambios inherentes a la constante evolución de las diferentes profesiones sanitarias.

En este estudio queremos comprobar, por un lado, la capacidad del ChatGPT para resolver razonamientos de orden superior y su respuesta ante la formulación de preguntas con diferentes niveles cognitivos y, por otro, explorar su utilización como herramienta docente en el aprendizaje invertido o *flipped classroom* en clases de anatomía.

2. Materiales y método

Con el objetivo de conocer la utilidad del ChatGPT como herramienta potenciadora del aprendizaje se hizo una valoración previa de su efectividad para resolver varias preguntas con diferentes niveles cognitivos. Se valora-

ron un total de 40 preguntas seleccionadas de los exámenes realizados en la asignatura en los bloques temáticos correspondientes al sistema respiratorio, cardiovascular y linfático. Las preguntas se clasificaron en cuatro niveles cognitivos (Martín-Alguacil y Avedillo, 2024) utilizando la Taxonomía de Bloom (1956) revisada en 2001 (Anderson *et al.*, 2001) y adaptada para la enseñanza de anatomía (Thompson y O'Loughlin, 2015). Los niveles cognitivos fueron los establecidos y utilizados para valorar la adquisición de competencias por parte de los estudiantes en la enseñanza teórica de anatomía con la metodología de *flipped classroom*, por lo que se adaptaron siguiendo la clasificación y criterio publicado por Thompson y O'Loughlin en 2015, para la enseñanza de anatomía (Tabla 1). Las capacidades medidas en los distintos niveles cognitivos fueron en el nivel 1, memorizar (conocimiento); en el nivel 2, describir o distinguir (comprensión); en el nivel 3, deducir y predecir (aplicación); y, en el nivel 4, interpretar, juzgar, criticar y analizar (análisis). Las preguntas se formularon en la versión gratuita (en abierto) del ChatGPT 3.5 en dos de sus versiones, en inglés y en español. Se consideró la primera respuesta generada y se compararon las respuestas obtenidas al utilizar las versiones en los dos idiomas. Algunas preguntas se reformularon para hacer el *prompt* más preciso y se valoró si generaba una respuesta diferente y si la respuesta generada era mejor. Cuatro profesores evaluaron las respuestas generadas utilizando una rúbrica con las respuestas como referencia para que existiera mayor imparcialidad en la evaluación. Todas las respuestas se calificaron también con una corrección colaborativa entre los cuatro profesores para discutir sobre las discrepancias (en el caso de que existiesen) y poder así discriminar de forma consensuada los resultados generados por el *chatbot*. Para determinar la calificación de cada una de las preguntas se utilizó una escala de Likert de 0 a 5, en la que se otorgó 0 a las respuestas totalmente incorrectas y 5 a las respuestas totalmente correctas. Se calculó la media aritmética de las puntuaciones de los cuatro profesores para cada una de las preguntas.

Tabla 1. Niveles cognitivos según la Taxonomía de Bloom adaptados a la evaluación de contenido anatómico. Fuente: adaptado de Thompson y O'Loughlin, 2015.

Niveles de Bloom	NIVEL COGNITIVO INFERIOR		NIVEL COGNITIVO SUPERIOR	
	1 (Conocimiento)	2 (Comprensión)	3 (Aplicación)	4 (Análisis)
Características de las preguntas	Preguntas concisas tal y como vienen en los apuntes o en los libros de texto No en un contexto clínico y no requieren relacionar contextos		Utilización del contenido anatómico en una situación clínica (no todas las preguntas clínicas son de orden superior) Requieren interpretación y relacionar contextos	
Capacidad medida	Memorización	Identificar y distinguir	Deducir y predecir	Además de deducir y predecir: interpretar, juzgar, criticar, o analizar
Información anatómica medida	Basica definiciones Solo memorizar	Conceptos anatómicos Organización espacial básica Comprensión básica de las vías nerviosas y vascularización	Interacción entre dos o más sistemas corporales Aspectos anatómicos funcionales más allá de la mera memorización	Interacción entre dos o más sistemas corporales aplicando la información a nuevas situaciones potenciales Interpretación anatómica de imágenes diagnósticas Uso potencial de la información anatómica para realizar juicios clínicos
Tipo de pregunta	MEM	ASOC; IE	MEM+RA; RA; AC	IAID; RA+RP

AC: Asociación de conceptos; ASOC: Asociación; IAID: Interpretación anatómica de imágenes diagnósticas; IE: Interpretación de un esquema; MEM: Memorización; RA: Razonamiento anatómico; RP: Resolución de problemas.

Al inicio de la experiencia, en los seminarios de orientación sobre aprendizaje activo, se preguntó a un total de 170 estudiantes sobre su familiaridad con el uso de la IA en general y más concretamente con el ChatGPT utilizan-

do para ello la herramienta Wooclap. En las sesiones de enseñanza invertida se formularon diferentes ejercicios cognitivos que los estudiantes debían resolver inicialmente de forma individual y posteriormente discutiendo en grupos de trabajo. En estas sesiones el ChatGPT se incorporó como un miembro más del grupo de discusión. A los estudiantes se les solicitó que utilizaran el ChatGPT 3.5 (versión gratuita) en inglés y en español. En las diferentes sesiones de la experiencia han participado una media de 110 estudiantes por sesión en grupos de discusión formados por 6 estudiantes junto con el ChatGPT como un miembro más del grupo. En total se formaron de media 11 grupos de discusión en el grupo de mañana y 8 en el grupo de tarde. En una primera sesión se presentó un ejemplo de cómo incluir al ChatGPT como compañero de grupo para resolver un ejercicio cognitivo realizando la misma pregunta al chat en su versión en inglés y en español. En la siguiente sesión se realizaron tres ejercicios cognitivos con la participación del ChatGPT en todos los grupos de discusión. Posteriormente en todas las sesiones se les planteó a los estudiantes resolver en grupo algún ejercicio cognitivo junto con el ChatGPT y enviar sus razonamientos en forma de trabajo a través del campus virtual al profesor responsable de la asignatura. Al principio y al final de la experiencia se les preguntó a los estudiantes su opinión sobre la utilidad del ChatGPT para aprender en los grupos de discusión.

3. Resultados

El resultado de las calificaciones de cada profesor para cada pregunta, así como la media aritmética correspondiente a la calificación de cada pregunta y la calificación de la corrección colaborativa se presenta en la Tabla 2. En la Tabla 3 se presentan las calificaciones medias de las preguntas realizadas al ChatGPT en la corrección individual y en la colaborativa en cada uno de los niveles cognitivos.

Tabla 2. Correcciones individuales y corrección colaborativa de las preguntas formuladas al ChatGPT.

TIPO DE PREGUNTA	PRIMER PROMPT						PREGUNTA REFORMULADA					
	ESPAÑOL			INGLÉS			ESPAÑOL			INGLÉS		
	CCP	MED	CC	CCP	MED	CC	CCP	MED	CC	CCP	MED	CC
NIVEL 1	MEM1	2,3,2,2	2,25	3	4,2,2,3	3,25	2	-	-	-	-	-
	MEM2	2,0,2,0	1,00	0	3,5,3,0	2,75	5	3,0,2,0	1,25	0	3,5,4,5	5
	MEM3	3,2,1,2	2,00	2	4,3,1,3	2,75	3	3,3,1,2	2,25	3	4,4,1,3	4
	MEM4	3,3,2,3	2,75	3	-	-	-	3,3,2,3	2,75	3	4,3,2,3	3
	MEM5	2,0,0,0	0,50	0	4,3,4,3	3,50	3	2,0,0,0	0,50	0	5,4,4,4	4
NIVEL 2	ASOC1	3,3,1,1	2,00	3	3,3,1,1	2,00	3	3,3,1,1	2,00	3	3,3,1,1	3
	ASOC2	4,5,5,4	4,50	5	5,5,5,5	5,00	5	4,5,5,4	4,50	5	5,5,5,5	5
	ASOC3	3,4,0,2	2,25	3	3,4,3,4	3,50	3	3,5,1,4	3,25	3	3,3,1,2	3
	ASOC4	4,3,1,1	2,25	3	4,5,5,4	3,50	5	-	-	-	-	-
	ASOC5	2,2,0,0	1,00	2	5,4,2,2	3,25	3	-	-	-	-	-
NIVEL 3	RA1	4,2,2,1	2,25	2	4,3,3,3	3,25	3	5,3,4,1	3,25	4	5,3,4,2	4
	RA2	3,3,1,1	2,00	2	5,3,2,2	3,00	3	-	-	-	-	-
	MEM + RA3	4,4,2,4	3,50	4	5,5,1,3	3,50	4	5,4,2,4	3,75	4	5,5,1,3	4
	AC + RA4	2,4,2,1	2,25	2	2,4,2,2	2,50	2	-	-	-	-	-
	MEM + RA5	2,3,2,4	2,75	3	4,5,4,4	4,25	4	-	-	-	-	-
NIVEL 4	RA + RP1	4,3,1,1	2,25	3	4,3,1,0	2,00	3	-	-	-	-	-
	RA + RP2	4,5,4,1	3,50	5	5,5,4,5	4,75	5	-	-	-	-	-
	RA + RP3	3,3,1,1	2,00	3	4,5,4,4	4,25	4	-	-	-	-	-
	RA + RP4	4,5,4,5	4,50	4	4,5,5,4	4,50	5	-	-	-	-	-
	RA + RP5	3,3,1,3	2,50	2	3,3,1,3	2,50	2	-	-	-	-	-

CCP: Calificación de cada uno de los cuatro profesores en esa pregunta; **MED:** Media aritmética de la calificación de los cuatro profesores; **CC:** Corrección colaborativa.

Tabla 3. Calificaciones medias de las preguntas realizadas al ChatGPT en la corrección individual y colaborativa en cada uno de los niveles cognitivos.

CORRECCIÓN INDIVIDUAL			
PRIMER <i>PROMPT</i>		P. REFORMULADA	
ESPAÑOL	INGLÉS	ESPAÑOL	INGLÉS
1,70	2,44	1,68	3,68
2,40	3,45	3,25	3,08
2,55	3,30	3,50	3,50
2,95	3,60	-	-

En los primeros intentos de utilización del ChatGPT participaron un total de 17 grupos de seis estudiantes cada uno. Se creó un grupo con los estudiantes que ya habían cursado la asignatura el año anterior. En 11 grupos se generaron razonamientos anatómicos, en 4 de ellos los razonamientos anatómicos no se ajustaban a la pregunta formulada y/o eran incorrectos. Las respuestas generadas por 6 de los grupos se focalizaron en decir lo que estaba bien o mal y en opinar sobre la respuesta del ChatGPT, en lugar de utilizar la información aportada para discutir sobre los ejercicios cognitivos formulados. Ningún grupo trabajó la discusión con los resultados obtenidos en la versión en inglés. En intentos posteriores incorporamos la utilización del buscador Google para complementar la búsqueda de información. El resultado fue bueno, mejoró la formulación de los razonamientos anatómicos y obtuvimos varias respuestas individuales muy trabajadas por parte los estudiantes.

4. Discusión

Antes de iniciar la experiencia se comprobó que la mayoría de los estudiantes tenían poco conocimiento sobre la utilización de la IA en educación, pero a la gran mayoría les pareció una idea buena utilizar el ChatGPT como herramienta didáctica. Al final de la experiencia les pareció útil su utilización en los grupos de discusión tanto para ayudarles a razonar como para resolver los ejercicios cognitivos. Por la información recogida se deduce que muchos estudiantes, inicialmente, no sabían la diferencia existente entre las distintas herramientas de búsqueda de información que están disponibles en red y la IA generadora (ChatGPT) capaz de generar nueva información basada en información existente (Meyer *et al.*, 2023). Los buscadores no son capaces

de entender preguntas o interactuar con el usuario, simplemente buscan información que coincida con las palabras introducidas para la búsqueda. En esta experiencia de aprendizaje invertido se ha guiado y orientado a los estudiantes para que utilicen la IA, concretamente el ChatGPT, en los grupos de discusión de las sesiones presenciales. Desde el principio se les ha hecho ver que esta herramienta, para que sea verdaderamente útil, debe emplearse de forma crítica. A lo largo de la experiencia se han ido familiarizando con ella y en la aplicación del criterio de análisis y discriminación de la información obtenida. El ChatGPT (que ha sido un miembro más de todos los grupos de discusión) se ha utilizado al principio como un *prompt* establecido (en español y en inglés) pero, según se fueron familiarizando los estudiantes con la herramienta, comenzaron a interactuar con él al comprobar cómo variaban las respuestas obtenidas según el enfoque de la pregunta. Posteriormente aprendieron a verificar y a evaluar las respuestas del chat de manera crítica. Esta herramienta ha demostrado ser buena para aprender, considerando el aprendizaje como un proceso activo de construcción, en el que los estudiantes deben aprender con pensamiento crítico a discriminar entre la vasta información que hoy en día les rodea para quedarse únicamente con la información adecuada que necesitan. En los ejercicios cognitivos realizados con el ChatGPT, los estudiantes han identificado errores que han resuelto mediante razonamientos anatómicos, siendo conscientes de que el chat no es tan listo como parece y cómo puede de manera impredecible generar información errónea que deben ser capaces de detectar.

Con esta experiencia se ha evaluado la habilidad del ChatGPT 3,5 para resolver diferentes preguntas clasificadas en cuatro niveles cognitivos (Martín-Alguacil y Avedillo 2024). Los mejores resultados los obtuvo en los niveles 2 y 4 (media de 3,8) en la corrección colaborativa y utilizando la versión en inglés. Estos resultados son comparables a los obtenidos al utilizar el ChatGPT para valorar su efectividad al resolver preguntas conceptuales de fisiología, patología y microbiología (Banerjee *et al.*, 2023). Detectamos que, en casi todas las respuestas, el ChatGPT es capaz de introducir la pregunta en un contexto relacionado fundamentalmente con fisiología, información que, aunque no se pedía, dotaba de credibilidad a las respuestas emitidas. Asumimos que el error en las preguntas del nivel cognitivo 1, específicas de anatomía veterinaria, no debían estar incluidas en el set de datos utilizados para entrenar al ChatGPT 3.5.

Los primeros ejercicios formulados con la participación del ChatGPT sirvieron para identificar que los estudiantes no tenían suficientemente claro que

el ChatGPT debía considerarse un miembro más del grupo. Deberían haber utilizado la información aportada para generar pensamiento crítico y no limitarse a una corrección o crítica de las respuestas generadas. No discriminaron entre las respuestas en inglés y en español a pesar de haber diferencias significativas. Esto podría ser debido a la falta de conocimiento del idioma inglés ya que en ningún caso se adjuntó la traducción del *prompt* como parte del trabajo. La utilización del ChatGPT en los grupos de discusión ha sido motivante. El hecho de obtener respuestas rápidas les ha dado seguridad y ha propiciado entender la importancia de desarrollar pensamiento y análisis crítico de las respuestas generadas por el *chatbot*. Todo ello ha sido útil en el trabajo colaborativo de los distintos grupos fomentando la interactividad dentro del propio grupo y con el *chatbot*.

Al contrario de lo que cabría esperar, las respuestas generadas utilizando esta herramienta de IA, no han sido perfectas y en alguna pregunta reformulada ha generado las denominadas «alucinaciones». Se trata de un fenómeno en el que el *chatbot* contesta con respuestas falsas como si fueran verdaderas y, en algunas ocasiones, ha sido necesario releer varias veces las respuestas para detectar estas falsedades adornadas con verdades que en ocasiones distorsionan la realidad. Al descubrir este aspecto decidimos corregir todas las respuestas del *chatbot* de forma colaborativa entre los 4 profesores. La corrección colaborativa nos ha permitido constatar el potencial de este *chatbot* como herramienta de aprendizaje para generar en las sesiones presenciales discusión y pensamiento crítico.

Diferentes autores han estudiado la eficacia del ChatGPT para resolver test estándar de diferentes especialidades médicas (Shoja *et al.*, 2023). Kung y colaboradores (2023) reportaron una eficacia de 36,1 y 60,9 % al utilizarlo para resolver preguntas sobre conocimiento clínico. En este estudio la fiabilidad del ChatGPT fue del 46,5% en la versión en español y del 54,3% en la corrección colaborativa en español y del 70% en la corrección en inglés. Con estos datos parece evidente que el entrenamiento del ChatGPT en conocimientos médicos en general y en anatomía veterinaria en particular deben mejorarse, sobre todo en su versión en español. La obtención de las mejores respuestas en los niveles cognitivos más altos podría deberse a que el *chatbot* esté más entrenado para la resolución del problema mediante el diagnóstico clínico del caso y no porque elabore respuestas de nivel cognitivo superior, aunque según la clasificación empleada pudiera parecerlo. Esto puede estar también relacionado con el hecho de que son muchos los modelos entrenados específicamente para diagnosticar y resolver problemas clínicos en medicina humana. De ahí que los mejores resul-

tados obtenidos con el ChatGPT en este estudio tengan que ver con la formulación de problemas y razonamientos de índole clínico. Las variaciones tan significativas detectadas entre la corrección de las diferentes preguntas y correctores podrían ser debidas, en gran medida, al exceso de elaboración y adorno de algunas de las respuestas por parte del *chatbot*, lo que determinó la necesidad de realizar una corrección colaborativa entre los cuatro profesores. En este trabajo el ChatGPT no ha demostrado capacidad para responder correctamente a la mayoría de las preguntas formuladas.

Uno de los fenómenos que se han comprobado en este estudio es la generación de las denominadas alucinaciones por parte del *chatbot*. Es importante que los estudiantes aprendan a identificarlas para discriminarlas y descartarlas. Otra característica que hemos detectado y que han comprobado los estudiantes, es la importancia de los *prompt* y cómo una sola palabra puede cambiar completamente la respuesta generada.

La principal limitación de este estudio ha sido el utilizar la versión gratuita 3.5 en lugar que la versión de pago ChatGPT 4. Se ha puesto de manifiesto los muchos errores detectados en las respuestas generadas, aunque ello pudiera ser, en un principio, una limitación de la herramienta (Lee y Choi, 2023; Sallam, 2023), en este trabajo esas limitaciones se han utilizado para aprender a discriminar la información y generar pensamiento crítico en los estudiantes. Otra de las limitaciones es el tamaño de la muestra tanto de preguntas utilizadas como de estudiantes participantes, pero se adaptan a la realidad y al momento en el que se ha realizado este estudio.

Hoy en día se debate si poner o no limitaciones a la utilización de la IA en la enseñanza. Nosotros pensamos que hay que preparar a los estudiantes y dotarles de competencias y habilidades que les permitan usar la IA de manera óptima y, sobre todo, desarrollar en ellos pensamiento crítico que les permita discriminar la información para poder utilizarla adecuadamente en su futuro profesional.

5. Conclusiones

La utilización del ChatGPT ha demostrado ser una herramienta didáctica útil para utilizarla en la enseñanza invertida. Se ha integrado en las sesiones de discusión y su utilización ha generado en los estudiantes pensamiento crítico fomentando la creatividad al tener que pensar en cómo reformular preguntas

y, sobre todo, ha servido para aprender. La comparación de los resultados obtenidos con la información del buscador de Google ha enriquecido la discusión y ha permitido discriminar las alucinaciones generadas por el ChatGPT. El conocimiento y dominio de este tipo de herramientas es útil a los estudiantes en su autoaprendizaje independiente y lo será a lo largo de su vida profesional. La valoración de las respuestas del ChatGPT a distintas preguntas con diferentes niveles cognitivos ha puesto de manifiesto las ventajas de su utilización y sus debilidades. Las respuestas generadas por el ChatGPT son mejores cuando se le pregunta de manera precisa, pero, sobre todo, cuando se le proporciona información adicional que complete el *prompt* inicial. Los estudiantes han podido comprobar como en ningún caso, las respuestas generadas por el *chatbot*, se deben considerar como verdades absolutas. En general las respuestas generadas por la versión en inglés fueron mejores que las generadas en español, esto fue así también para las preguntas reformuladas y todo ello se corroboró tras la corrección colaborativa. El *chatbot*, en español, solo obtuvo la máxima calificación (5), en alguna pregunta de nivel cognitivo 2 y 4, y en los niveles 2, 3 y 4, al preguntar al *chatbot* en inglés. En las preguntas reformuladas algunas mejoraron ligeramente las respuestas obtenidas, otras no se modificaron. Al contrario de lo que cabría esperar, las respuestas generadas utilizando esta herramienta de IA no han sido perfectas, y en alguna pregunta reformulada, ha generado las denominadas «alucinaciones». El ChatGPT necesita mejorar su entrenamiento en materias como la anatomía veterinaria. La corrección colaborativa nos permitió constatar el potencial de este *chatbot* como herramienta de aprendizaje para generar, en las sesiones presenciales, discusión y pensamiento crítico e incluirlo en las sesiones de discusión del aprendizaje invertido como herramienta didáctica. El futuro de la enseñanza pasa por la utilización de los recursos que ofrecen las distintas herramientas de IA y ciertamente del ChatGPT. Como profesores tenemos la responsabilidad de fomentar el pensamiento crítico en los estudiantes. Debemos formarlos en el manejo y procesado crítico de la información que tienen disponible digitalmente y de la generada por los sistemas de IA, lo que será de mucha utilidad en sus futuros retos profesionales.

Referencias bibliográficas

- Anderson, Lorin W. y David R. Krathwohl. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman.

- Banerjee, Arijita, Aquil Ahmad, Payal Bhalla y Kavita Goyal. 2023. «Assessing the Efficacy of ChatGPT in Solving Questions Based on the Core Concepts in Physiology». *Cureus* 15(8): e43314. doi: 10.7759/cureus.43314.
- Bloom, Benjamin S. (Ed.). 1956. *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: Cognitive Domain*. 1st Ed. New York, NY: David McKay Co.
- Buabbas, Ali Jasem, Miskin B., Alnaqi A.A., Ayed A.K. Shehab A.A., Syed-Abdul S., Uddin M. 2023. «Investigating students' perceptions towards artificial intelligence in medical education». *Healthcare* 11: 1298. <https://doi.org/10.3390/healthcare11091298>.
- Kung, Tiffany H., Morgan Cheatham, Arielle Medenilla, Czarina Sillos, Lorie De Leon, Camille Elepaño, Maria Madriaga, Rimel Aggabao, Giezel Diaz-Candido, James Maningo y Victor Tseng. 2023. «Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models». *PLoS Digit Health* 2(2): e0000198. doi: 10.1371/journal.pdig.0000198.
- Lee, Sang-Wook y Woo-Jong Choi. 2023. «Utilizing ChatGPT in clinical research related to anesthesiology: a comprehensive review of opportunities and limitations». *Anesth Pain Med* (Seoul) 18(3): 244-251. doi: 10.17085/apm.23056.
- Martin-Alguacil, Nieves y Luis Avedillo. 2024. «Theoretical teaching of veterinary anatomy using the flipped classroom method: Evaluation of student performance and perception». En *La Universidad innova en metodologías y herramientas*. Colección Ciencias Sociales en Abierto. Peter Lang–International Academic Publishers, Berlin, Alemania ISBN: 978-3-631-91602-5 (en prensa).
- Meyer, Jesse G, Ryan J. Urbanowicz, Patrick C.N. Martin, Karen O'Connor, Ruowang Li, Pei.Chen Peng, Tiffani J. Bright, Nicholas Tatonetti, Kyoung Jae Won, Graciela Gonzalez-Hernandez y Jason H. Moore. «ChatGPT and large language models in academia: opportunities and challenges». *BioData Min.* 2023 Jul 13;16(1):20. doi: 10.1186/s13040-023-00339-9.
- Sallam, Malik. 2023. «ChatGPT Utility in Healthcare Education, Research, and Practice: Systematic Review on the Promising Perspectives and Valid Concerns». *Healthcare (Basel)* 11(6): 887. doi: 10.3390/healthcare11060887.
- Shoja M., Mohammadali, Monica J. M. Van de Ridder y Vijay Rajput. 2023. «The emerging role of generative artificial intelligence in medical education, research, and practice». *Res Practice. Cureus* 15(6): e40883. DOI 10.7759/cureus.40883.
- Thompson R., Andrew y Valerie D. O'Loughlin. 2015. «The Blooming Anatomy Tool (BAT): A discipline-specific rubric for utilizing Bloom's taxonomy in the design and evaluation of assessments in the anatomical sciences». *Anatomical Sciences Education* 8(6): 493-501. <https://doi.org/10.1002/ase.1507+>

Ingeniería Genética en H5P: promoviendo la participación del alumnado a través de la ludificación

Antonio Sánchez Torralba¹; Cristina Blázquez Ortiz¹; Olga Cañadas Benito¹; Belén García-Fojeda García-Valdecasas¹; Govinda Guevara Acosta¹; María Teresa López Conejo¹; María del Mar Lorente Pérez¹; Jorge Mario Mateo Mendoza¹; Laura Nogués¹; María Regina Ranz Valdecasa¹; Sandra Rayego Mateos²; Marta Ruiz Ortega²; Teresa Sánchez Velasco¹; Guillermo Velasco Díez¹; Juana María Navarro Llorens¹

Resumen. La ludificación de Fundamentos de Ingeniería Genética y Genómica (FIGG), una asignatura optativa del segundo curso del Grado en Biología, se ha demostrado como una aproximación eficaz para motivar al alumnado en su propio aprendizaje de las herramientas fundamentales de Ingeniería Genética, así como de su teoría. Mediante un juego (Pandemic) en el que una pandemia se expande por el mundo, construido en una plataforma propia basada en CodeIgniter, el alumnado descubre, trabajando en equipos de 4 a 6 estudiantes, las implicaciones científicas y sociales de las técnicas explicadas en las clases de teoría. Para jugar, se obtienen puntos mediante ejercicios propuestos por el profesorado en clase, así como con preguntas en Kahoot y cuestionarios de Socrative. Sin embargo, la falta de integración de estos ejercicios dentro de la plataforma del juego implicaba que cada profesora debía

¹ Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Universidad Complutense de Madrid.

² Departamento de Medicina, Universidad Autónoma de Madrid.

introducir las puntuaciones a mano y los estudiantes veían las tareas del juego como un trabajo extraordinario y a menudo superfluo. Además, no todos los miembros de cada equipo participaban equitativamente en el esfuerzo colectivo, por lo que para aliviar todas estas dificultades se pensó en incorporar ejercicios autocorregibles dentro de la propia plataforma del juego, en particular, ejercicios H5P, cuya diversidad de tipos de contenidos y portabilidad entre gestores educativos, como Moodle, los ha convertido en una plataforma enormemente popular y efectiva. Por desgracia, no todos los entornos de desarrollo web disponen de un *plug-in* para H5P. Es el caso de CodeIgniter, por lo que decidimos crear un sistema de inserción de ejercicios H5P en este *framework*. Para ello, aprovechamos la experiencia de un par de estudiantes que vienen participando desde hace varios años en este proyecto de innovación educativa y nos servimos de otros gestores, concretamente WordPress, para desarrollar 22 ejercicios que, subdivididos en temas, se incorporaron al juego. Entre los beneficios de introducir en él ejercicios H5P, encontramos una participación más equilibrada de todos los miembros de los equipos que finalmente se involucraron en la actividad, además de la colaboración entre las profesoras a la hora de crear nuevo material de estudio. Por último, se espera que los dos alumnos del Doble Grado en Bioquímica que han colaborado en tareas de programación puedan aplicar las capacidades adquiridas en las asignaturas de Biofísica y Bioinformática que se encuentran actualmente cursando, así como en la evaluación por pares y mentoría de sus compañeros, aspectos que aún se están sometiendo a evaluación.

Palabras clave: ejercicios multiplataforma; autoaprendizaje; motivación; herramientas de código abierto; ludificación.

1. Introducción

En recientes cursos, se ha ludificado Fundamentos de Ingeniería Genética y Genómica (FIGG), una asignatura optativa de segundo curso del Grado en Biología, mediante un juego, Pandemic, en el que una pandemia se extiende gradualmente por el mundo (Figura 1), mientras grupos de estudiantes intentan controlarla [1,2]. Esta estrategia ha ayudado a reducir la tradicional desmotivación del alumnado, que en general se involucra más en la asignatura gracias a la realización de ejercicios resueltos *off-line*, junto con otros en Kahoot [3] y Socrative [4], que puntúan para jugar a Pandemic. Además, el

proyecto ha servido para introducir a un grupo de alumnos colaboradores del Doble Grado en Química y Bioquímica, que han ayudado a desarrollar la web, en tareas de programación que son importantes en su último curso, en la asignatura de Biofísica y Bioinformática y su laboratorio.

Figura 1. Sitio web del juego Pandemic (www.recursosbioquimica.es)

Sin embargo, a pesar del éxito de la ludificación en anteriores ediciones, se observó que no todos los miembros de cada grupo de estudiantes participaban por igual, que se necesitaba una retroalimentación más inmediata y que la carga de trabajo del profesorado debía reducirse, puesto que hasta ahora había que puntuar muchos ejercicios a mano. Por ello, se pensó en introducir ejercicios H5P [5] directamente en la aplicación del juego. Esta clase de ejercicios tiene múltiples ventajas: existen multitud de tipos de contenidos disponibles (vídeos interactivos, preguntas de opción múltiple, formularios con campos libres, etiquetado de imágenes, etc.), están escritos en un formato portable entre plataformas, existen *plug-ins* para diversos sistemas de gestión de contenidos, tanto generales (WordPress) [6] como especializados en docencia (Moodle) [7] y permiten la integración automática de las puntuaciones obtenidas. Además, tienen un formato atractivo y moderno, con multitud de librerías de apoyo que sirven de estímulo para el estudiantado.

Por desgracia, aunque H5P está disponible en distintas plataformas, precisamente la utilizada en el desarrollo del juego, CodeIgniter [8], no disfru-

taba de un sistema de importación específico, por lo que uno de los objetivos principales de este trabajo fue desarrollar uno, aprovechando el hecho de que los paquetes H5P son en realidad ficheros comprimidos que contienen código fundamentalmente escrito en JavaScript y por lo tanto fácilmente adaptable.

Puesto que uno de los fines del presente proyecto era la reducción de la carga de trabajo tanto del alumnado como del profesorado, se buscó también automatizar la asignación de ejercicios dentro de cada equipo de jugadores, de manera que el esfuerzo estuviera equilibrado entre todos los miembros y con vistas a no desincentivar la participación de todos ellos. Por tanto, se planeó crear un espacio de información del estado de tareas pendientes dentro de la aplicación web. Como contrapartida, también se intentaba dar visibilidad a los logros conseguidos, por lo que se propuso hacer que las puntuaciones ya recibidas se encontraran fácilmente disponibles en los propios menús del juego. Por último, se consideró deseable que los ejercicios sirvieran también como herramientas de revisión de contenido, con el fin de mejorar los resultados de la asignatura, por lo que se propuso abrir el acceso a todos ellos una vez terminada su función como elementos de evaluación. Aquí informamos de los efectos de esta estrategia, así como del desarrollo del sistema web necesario.

2. Metodología

En una primera etapa, previa a la asignatura, el profesorado revisó el material docente disponible de otros cursos para FIGG y seleccionó los ejercicios más adecuados para ser adaptados a H5P. Los estudiantes que colaboraron en tareas de programación prepararon ejemplos de ejercicios en los distintos tipos de H5P, que sirvieron de modelo para las docentes de teoría, quienes se basaron en ellos para crear los ejercicios H5P definitivos. Para la edición de los ejercicios, se utilizó el *plug-in* de un servidor WordPress instalado específicamente para ello (Figura 2) [9]. Al mismo tiempo, los dos estudiantes colaboradores, con la ayuda de un profesor encargado de coordinar las tareas de programación, construyeron las herramientas de importación, de asignación automática de ejercicios a cada estudiante y de puntuación de los ejercicios dentro del la web.

Las tareas de desarrollo de código, pruebas y puesta en producción se llevaron a cabo en entornos separados, con el fin de evitar la propagación de

errores a la web pública. Los estudiantes colaboradores solo tuvieron acceso al entorno de desarrollo, pero no a los de pruebas o producción. El control de versiones se llevó a cabo en Git [10], el código del juego Pandemic se escribió en PHP y JavaScript, sobre una infraestructura LAMP (Linux, Apache, MySQL y PHP) y con el *framework* CodeIgniter (versión 3.1.10), para el que se construyó un nuevo sistema de importación de contenidos H5P, así como funciones de equilibrado de reparto de ejercicios entre cada miembro de los equipos de jugadores. El sistema es capaz de readaptar el reparto de ejercicios cuando un nuevo estudiante se registra, funcionalidad que resultó necesaria porque algunas inscripciones se realizan cuando la asignatura de FIGG ya se encuentra avanzada.

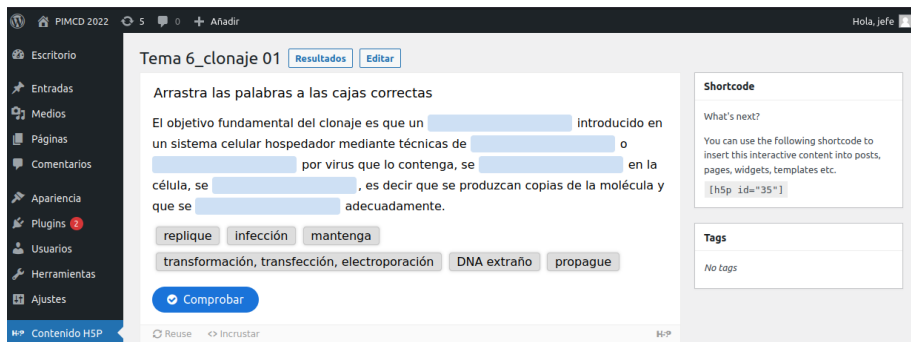


Figura 2. Ejemplo de ejercicio H5P tal y como se desarrolló en WordPress

Al inicio de la asignatura, el estudiantado de los tres turnos de FIGG formó grupos de 4-6 miembros y se les ofreció registrarse en la plataforma Pandemic (www.recursosbioquimica.es). Uno de los turnos, que sirvió de control, mantuvo la mecánica original del juego, sin ejercicios H5P, mientras otros dos turnos sí los introdujeron (turnos participantes 1 y 2). Los ejercicios preparados en WordPress se cargaron en la plataforma del juego, subdivididos en temas, y se abrió un menú de edición para que el profesorado pudiera elegir, con arreglo al avance relativo de la materia en cada turno, las fechas en las que resultara más conveniente dar acceso al alumnado a los ejercicios de cada turno. Puesto que este fue el primer curso en que esta herramienta H5P estuvo disponible, y debido a un pequeño retraso en la finalización de las tareas de programación, se compatibilizaron los ejercicios H5P con los tradicionales de lápiz y papel y con otros de Kahoot y Socrative. Esto, lejos de suponer una

desventaja, sirvió para poder comparar el turno de control con los dos turnos participantes en la experiencia con H5P.



Figura 3. Menú informativo del estado de asignación y realización de los ejercicios H5P en Pandemic

Durante el progreso de la asignatura, cada estudiante que entró en la plataforma del juego pudo ver en un nuevo menú los ejercicios que tenía pendientes en cada momento, así como los que tenía asignados el resto de jugadores de su grupo (Figura 3). Asimismo, en los menús de cada tema era posible consultar quién tenía todavía ejercicios pendientes, quién ya los había contestado, y con qué puntuación, y un total de los puntos obtenidos en H5P. La intención de estos menús es promover la comunicación dentro de cada equipo, de manera que si algún estudiante quedaba rezagado los demás pudieran recordarle que tenía tareas pendientes. Cada estudiante dispuso de un solo intento por ejercicio, pero una vez cerrado el plazo de resolución de cada tema, todas las tareas, incluidas las no asignadas a cada estudiante concreto, quedaron abiertas y a disposición de todos los participantes, ya sin límite de intentos, como material de práctica.

La eficacia de los ejercicios H5P se evaluó comparando la participación individual de cada estudiante y la proporción de ellos que efectivamente resolvieron los ejercicios H5P en relación a los estudiantes registrados en su grupo. Se comparó también el grado de participación en el juego en el turno de control con el de los turnos participantes. Finalmente, como en otras ediciones, se realizó una encuesta de opinión sobre la experiencia de ludificación.

3. Resultados

El resultado principal de este trabajo es el desarrollo de una herramienta de incorporación de ejercicios H5P en CodeIgniter, en particular en el juego Pandemic programado sobre dicha plataforma. Hasta el momento, no existía nin-

gún tipo de *plug-in* H5P para CodeIgniter y, aunque la herramienta desarrollada no es completamente general y de momento se limita a la inserción de contenidos H5P dentro de las páginas del sitio web, pero no permite la creación de contenido en sí, se puede utilizar en conjunción con otros gestores de contenidos para construir un sistema completamente funcional. En concreto, se crearon un total de 22 ejercicios de Ingeniería Genética mediante H5P, en WordPress, de donde posteriormente se exportaron a CodeIgniter, que los muestra como un elemento más de la web, con puntuación *in situ* y con la ventaja de proporcionar retroalimentación inmediata (Figura 4), a diferencia de los ejercicios de lápiz y papel. Además, el protocolo de comunicación estándar de H5P con su hospedador permite la lectura de los resultados de cada ejercicio y su incorporación como puntuación nativa del juego Pandemic, lo que ha simplificado las tareas administrativas a las que se tiene que dedicar el profesorado.

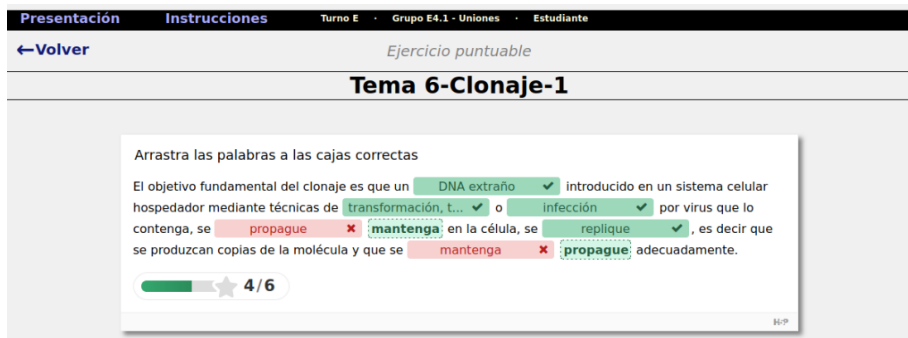


Figura 4. Ejercicio importado en la web de Pandemic, mostrado en el contexto del juego y con retroalimentación inmediata

Tabla 1. Participación del grupo de control en el juego Pandemic (sin ejercicios H5P)

Grupo de control			
Nombre del grupo	Miembros	Registrados	Juegan
B1.1	5	3	2
B1.2	3	3	2
B1.3	5	4	2
B2.1	5	2	2
B2.2	4	4	1

B2.3	4	3	1
B3.1	6	6	2
B3.2	4	4	2
B3.3	6	5	2
B4.1	4	4	2
B4.2	4	3	2
Media	4.5	3.7	1.8

Como en otras ocasiones, la inmensa mayoría de estudiantes mostró interés en participar en el juego (98%), aunque no todos ellos se registraron en la web. El porcentaje de registro en el turno de control (sin H5P) fue algo menor (82%), que en los otros dos turnos (85%), pero la participación individual fue claramente superior en estos últimos (Tablas 1 y 2). Mientras que en el turno de control solo jugaron uno o dos estudiantes distintos por grupo (un 49% de los registrados), en los grupos en los que H5P estaba disponible esta cifra aumentó hasta 4 estudiantes en grupos de 6 (57-60% del total de registrados).

Tabla 2. Actividad en el juego de los dos grupos participantes (con ejercicios H5P)

Nombre	Grupo participante 1				Grupo participante 2			
	Miembros	Registrados	Usan H5P	Juegan	Miembros	Registrados	Usan H5P	Juegan
C1.1	6	5	5	2	5	2	2	2
C1.2	5	5	5	2	5	4	4	3
C1.3	5	5	0	2	5	5	4	2
C2.1	5	5	0	3	6	6	6	4
C2.2	5	5	5	4	6	6	6	3
C2.3	4	2	0	2	5	5	5	2
C3.1	6	6	0	4	5	1	1	1
C3.2	5	2	0	1	5	4	4	3
C3.3	5	3	2	1	6	6	5	2
C4.1	5	5	5	4	6	6	6	2
C4.2	5	5	5	3	5	5	5	4
C4.3	5.1	4.4	2.5	2.5	3	3	1	2
Media					5.2	4.4	4.1	2.5

Si se tiene en cuenta la realización de los ejercicios H5P en sí, solo en los turnos en los que estaba disponible, se observó que o bien nadie de todo el grupo hizo ningún ejercicio (aunque aún así, entraron a verlos y jugaron con más frecuencia; véase el turno participante 1 en la Tabla 2) o, si algún estudiante hizo algún ejercicio, entonces la inmensa mayoría hizo su parte. Esto sugiere que los ejercicios H5P, a diferencia de los *off-line*, sirven para motivar a todos los miembros de un grupo a contribuir equitativamente a las actividades del equipo. Así, considerando solo los grupos en los que al menos un miembro hizo algún ejercicio, el porcentaje de ejercicios resueltos se elevó al 96.43% en el turno participante 1 y al 92.45% en el turno participante 2. Por tanto, se cumplió uno de los objetivos principales: involucrar a todos los miembros de un equipo en las actividades propuestas.

4. Conclusiones

Como resultado del trabajo presentado, se desarrollaron en H5P más de veinte ejercicios de diversos tipos para la asignatura Fundamentos de Ingeniería Genética (FIGG), del Grado en Biología de la Universidad Complutense (UCM). Este esfuerzo colaborativo condujo a la integración de dichos ejercicios H5P en la plataforma del juego Pandemic, mediante un nuevo sistema de importación de este tipo de ejercicios en la plataforma de desarrollo web Pandemic. Entre las ventajas de esta innovación, se observó un aumento de la participación individual del estudiantado de FIGG en las actividades incorporadas en el juego. Además, los estudiantes que contestaron preguntas H5P también jugaron con más frecuencia, contribuyendo al progreso de su equipo. Normalmente, si algún estudiante de un equipo participó, también lo hicieron el resto, lo que sugiere que mejoró la comunicación entre los estudiantes de cada grupo. Por otra parte, el hecho de que los ejercicios sean autocorregibles y de que la nota del ejercicio H5P se traduzca directamente a una puntuación de Pandemic evitó que el profesorado tuviera que trasladar las notas de los nuevos ejercicios, al guardarse automáticamente. Puesto que el sistema proporciona retroalimentación *in situ* y permite al alumnado reutilizar los ejercicios para practicar, se ha conseguido mejorar su autoevaluación. Aunque los ejercicios se han desarrollado para FIGG, no es esta la única asignatura de ingeniería genética de la UCM, existiendo otras en el Grado de Bioquímica y en másteres como el de Biotecnología y el de Bioquímica, Biología Molecu-

lar y Biomedicina, por lo que los ejercicios, que son exportables al Campus Virtual de la UCM, basado en Moodle, tendrán utilidad en otras titulaciones. En cuanto a los estudiantes que han contribuido al desarrollo del sistema H5P para CodeIgniter, ambos del Doble Grado en Química y Bioquímica, se espera que su aprendizaje en tareas de programación les sea de utilidad en asignaturas dentro de su propio plan de formación. De hecho, este curso han alcanzado el último año del Grado en Bioquímica, en el que están poniendo en práctica sus conocimientos en la asignatura de Biofísica y Bioinformática. Los resultados de esta otra experiencia se publicarán próximamente. Aunque la incorporación de ejercicios H5P presenta múltiples ventajas, también se han identificado algunas limitaciones. En concreto, se ha visto que, a pesar de la amplia variedad de tipos de contenido de H5P existentes, hay aún algunas tareas básicas de Ingeniería Genética, como el desarrollo y evaluación de protocolos experimentales o el diseño de plásmidos, que necesitan de tipos nuevos, por lo que es nuestra intención desarrollar algunos mejor adaptados a asignaturas como FIGG.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Complutense de Madrid el apoyo financiero mediante varios Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente (PIMCD 2023-330, PIMCD 2022-225 y PIMCD 2021-306) y al alumnado de Fundamentos de Ingeniería Genética y Genómica del Grado en Biología, su participación en las actividades descritas en el presente trabajo.

Referencias bibliográficas

- «CodeIgniter». Accedido el 9 de enero de 2024. <https://codeigniter.com>
- «Git – distributed-is-the-new-centralized». Accedido el 9 de enero de 2024. <https://git-scm.com/downloads>
- «H5P – Create and Share Rich HTML5 Content and Applications». Accedido el 9 de enero de 2024. <https://h5p.org>
- «Interactive Content – H5P – Wordpress plugin». Accedido el 9 de enero de 2024. <https://wordpress.org/plugins/h5p>
- «Interactive Content – H5P – Moodle plugin». Accedido el 9 de enero de 2024. https://moodle.org/plugins/mod_hvp

«Kahoot! Learning games. Make learning awesome». Accedido el 9 de enero de 2024. <https://kahoot.com>

Navarro Llorens, Juana María, Mar Lorente Pérez, Cristina Blázquez Ortiz, Belén García-Fojeda García-Valdecasas, Olga Cañadas, Sonia Castillo-Lluva, Guillermo Velasco, Flor Govinda Guevara Acosta, Marta Ruiz-Ortega, Sara Baldanta Callejo, Laura Nogués y Antonio Sánchez Torralba. 2021. «PANDEMIC: The Phantom Menace: Learning Genetic Engineering by a Game-Based Methodology». INTED2021 Proceedings 1:1435-1443. DOI: 10.21125/inted.2021.0328.

Navarro Llorens, Juana María, Mar Lorente Pérez, Cristina Blázquez Ortiz, Regina Ranz Valdecasa, María Teresa López Conejo, Belén García-Fojeda García Valdecasas, Olga Cañadas Benito, Sonia Castillo Lluva, Guillermo Velasco Diez, Govinda Guevara y Antonio Sánchez Torralba. 2019. «PANDEMIC or How to Save the World using Genetic Engineering Techniques: Learning Genetic Engineering by a Game-Based Methodology». ICERI2019 Proceedings. 1: 2463-2470. DOI: 10.21125/iceri.2019.0654.

«Socrative». Accedido el 9 de enero de 2024. <https://www.socrative.com>

«WordPress». Accedido el 9 de enero de 2024. <https://wordpress.org>

El uso de las TIC como aliado para el aprendizaje activo en Histología

Apolonia Novillo¹; Eva Jiménez¹; Pilar Zuluaga²; Laura Gadea¹; Niaz Pandamouz¹; Catalina Escribano Martínez¹; Rosa Sacedón¹; Ismael Buño¹

Resumen. Este estudio piloto explora el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramienta para mejorar el aprendizaje activo en Histología Humana. La experiencia se llevó a cabo en el contexto de las prácticas de Biología Celular, Embriología e Histología Humana en el primer año de Medicina, durante el curso 2022-2023. Es un proyecto donde se combina el uso de los teléfonos móviles, la plataforma digital Wooclap y la gamificación como herramientas creadoras de un entorno divertido y desafiante para el aprendizaje de la Histología en el aula. Los estudiantes participaron activamente en su aprendizaje al crear cuestionarios "online", en la plataforma Wooclap, que posteriormente se utilizaron en una competición grupal y se almacenaron como un recurso docente asíncrono para el estudio. Los cuestionarios se basaron en imágenes de tejidos histológicos observados al microscopio óptico, las cuales los estudiantes capturaron con sus teléfonos móviles. Finalmente, se realizó una encuesta de satisfacción cuyos resultados muestran que los estudiantes encontraron la actividad motivadora, interesante, enriquecedora y efectiva para aprender Histología y adquirir un lenguaje técnico adecuado. Además, valoraron la gamificación como un elemento con un valor añadido y expresaron su deseo de incorporar más actividades similares en el futuro. Como resultado, se creó un banco de 228 preguntas con imágenes de Histología en la plataforma Wooclap. Gracias a esta experiencia favorable, el equipo de profesores está comprometido y motivado a continuar

¹ Sección Departamental de Biología Celular. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

AN, IB comparten la autoría principal debido a una contribución igual.

² Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.

utilizando las TIC para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Histología Humana en los próximos cursos.

Palabras clave: histología; tic; aprendizaje activo; cuestionarios *online*; gamificación.

1. Introducción

El aprendizaje activo en Histología implica estrategias educativas que comprometen activamente a los estudiantes en el proceso de adquisición de conocimientos, promoviendo su participación y compromiso. Entre las herramientas ya empleadas por diversos autores, destacan plataformas interactivas, el uso de microscopios virtuales, la creación de preguntas basadas en imágenes histológicas, y la introducción de elementos de gamificación para hacer que el aprendizaje de histología sea interactivo y dinámico.

La aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) ofrece la oportunidad de crear cuestionarios *online* por parte de los alumnos como herramienta formativa, incentivando a los estudiantes a generar preguntas relacionadas con las imágenes histológicas. Esta práctica no solo fortalece su comprensión, sino que también fomenta la reflexión y el pensamiento crítico. La integración de plataformas interactivas como Wooclap, facilita la elaboración de preguntas y la introducción de elementos de gamificación.

En el presente estudio piloto llevado a cabo durante las prácticas de Biología Celular, Embriología e Histología Humana durante el curso 2022-2023 en el primer año del Grado de Medicina de la UCM, hemos querido profundizar en el potencial de los cuestionarios *online* lanzados en la plataforma Wooclap. Se involucró a los alumnos en la creación de estos cuestionarios, que posteriormente fueron utilizados por todo el grupo en una competición, y ahora se encuentran almacenados en un repositorio como recurso docente para el estudio asíncrono de la Histología Humana.

Los objetivos propuestos para este estudio fueron mejorar el aprendizaje y la motivación de los estudiantes mediante la combinación de recursos digitales (Wooclap y teléfonos móviles) y la gamificación. Además, se buscó incentivar la participación activa de los estudiantes, aumentar la interacción entre profesores y estudiantes, promover el desarrollo de competencias generales, y construir una base de datos sólida de preguntas de Histología. Esta iniciativa no solo enriquece el proceso de enseñanza-aprendizaje, sino que también se

alinea con las tendencias educativas contemporáneas, aprovechando la tecnología para crear experiencias más interactivas y centradas en el estudiante.

2. Descripción de la metodología

Muestra

La población de estudiantes que ha participado en esta experiencia piloto está constituida por alumnos de primer año del Grado de Medicina que cursan la asignatura de Biología celular, Embriología e Histología Humana durante el período académico 2022-2023 (79 alumnos) en la Universidad Complutense de Madrid. La participación en el proyecto ha sido voluntaria después de haber sido informados sobre los objetivos y el cronograma del estudio. Los alumnos firmaron un consentimiento informado. Como grupo control, para comparar la incidencia de la realización de la actividad sobre la calificación final de los alumnos en las prácticas, se utilizó un grupo de alumnos paralelo que no participó en la actividad (grupo control).

Esquema de trabajo

La actividad se llevó a cabo en seis etapas durante las sesiones prácticas de la asignatura de Biología Celular, Embriología e Histología Humana. En una primera etapa, los profesores impartieron un seminario a los alumnos donde se detallaron los objetivos del proyecto, el cronograma, los fundamentos del uso de la plataforma Wooclap (<https://www.wooclap.com/es/>) y la manera óptima de formular preguntas de forma efectiva. En ese momento se pidió a los alumnos que formaran grupos de trabajo de no más de 4 alumnos, y quedaron constituidos 19 grupos.

La segunda fase se realizó durante las sesiones prácticas, como parte de una actividad síncrona individual y guiada por los profesores, los alumnos observaron preparaciones histológicas bajo el microscopio óptico, interpretaron los distintos tipos de tejidos y células y tomaron fotografías de las secciones histológicas con sus teléfonos móviles. En la tercera etapa, en una actividad asíncrona, los distintos grupos de estudiantes reflexionaron sobre los conceptos aprendidos y, de manera consensuada, generaron preguntas ba-

sadas en las imágenes. La edición de las preguntas se realizó en la plataforma Wooclap. En total se llevaron a cabo cuatro eventos para cubrir los siguientes grupos de tejidos: epitelios (EPI), conjuntivo y adiposo (CA), sangre, cartílago y hueso (SCH), y músculo (MU). Los grupos de alumnos tenían que formular tres preguntas por cada evento. Esta parte de la actividad requiere un proceso integrador de toda la información para elaborar y poder responder a las preguntas.

RÚBRICA PARA EL EVENTO:		PREGUNTAS		
GRUPO	CRITERIOS	P1	P2	P3
Adipocito	Nivel de dificultad: Bajo = 1; Medio = 2; Alto = 3			
	Errores conceptuales: Si = 0, No = 1			
	Errores de planteamiento: Si = 0; No = 1			
	Plagio = Si Se anula la pregunta (-5)			
	Puntuación por pregunta*			
	PUNTUACIÓN TOTAL*			

Tabla 1. Ejemplo de rúbrica para la evaluación de las preguntas elaboradas por los alumnos.

***La puntuación máxima por pregunta es de 5 puntos, así la puntuación máxima por evento es de 15 puntos.**

En una fase asincrónica posterior, el grupo de profesores revisó y evaluó las preguntas formuladas por los estudiantes utilizando una rúbrica (Tabla 1) elaborada por los profesores. La rúbrica fue utilizada para la revisión y corrección de las preguntas elaborados por los alumnos, con el fin de asegurar la adecuación, la calidad y el rigor académico de los cuestionarios. Durante esta etapa, los alumnos obtuvieron retroalimentación positiva diferida, recibiendo sus preguntas corregidas y evaluadas por parte del equipo docente. Paralelamente, los profesores generaron preguntas destinadas a la encuesta de satisfacción.

En la fase final, los 19 grupos de estudiantes participaron en una actividad presencial síncrona de tipo gamificación utilizando Wooclap. Durante esta etapa, los estudiantes se enfrentaron a responder diez preguntas cuidadosamente seleccionadas por los profesores de la base de preguntas disponible en Wooclap, todo ello dentro de un tiempo limitado. Con el objetivo de fomentar

la competitividad, se consideró no solo la precisión de las respuestas, sino también la rapidez con la que los equipos respondieron. Las puntuaciones se asignaron tanto a nivel individual como grupal, lo que permitió la identificación de los equipos ganadores y la entrega de premios. Para reconocer el esfuerzo y desempeño de los estudiantes, se evaluaron dos aspectos fundamentales: la calidad de la edición de las preguntas y la participación en la gamificación. Se asignó un máximo de 1 punto al trabajo de edición de cuestionarios y otro punto a la participación en la actividad de gamificación. En total, los alumnos podían sumar hasta 2 puntos a su calificación final del examen de prácticas. Al concluir esta experiencia, los alumnos completaron la encuesta de satisfacción elaborada por los profesores en el campus virtual para expresar su nivel de satisfacción, utilizando un formulario en Google Forms. Esta retroalimentación adicional proporcionó información valiosa sobre la percepción global de los estudiantes respecto al proyecto y contribuyó a la mejora continua de nuestra labor como docentes.

Encuesta de satisfacción

La valoración del grado de satisfacción de los alumnos con la actividad se ha basado en la metodología de encuesta. La elaboración de las preguntas de la encuesta se ha realizado de forma consensuada por el equipo docente y teniendo en cuenta los objetivos planteados. Se pidió al alumno que evaluara cada pregunta en una escala del 1-5 (escala de Likert), siendo el 1 el valor más bajo y el 5 el más alto de acuerdo con el enunciado. Los alumnos fueron debidamente informados del carácter anónimo de la realización de la encuesta y esta se cumplimentó individualmente a través de un formulario tipo Google Forms disponible en el campus virtual de las prácticas.

La encuesta fue estructurada en distintos bloques de preguntas que se centraban en las actividades principales llevadas a cabo por los alumnos, específicamente en la toma de fotografías y la elaboración de preguntas. Además, se incluyeron consultas sobre la experiencia con la plataforma Wooclap y la rúbrica utilizada en el proceso. En su mayoría, las preguntas fueron cerradas, solicitando a los alumnos que expresaran su acuerdo o desacuerdo mediante la escala de Likert. Además, se incluyeron preguntas abiertas en las que se animaba a los estudiantes a identificar tanto debilidades como fortalezas de la actividad, proporcionando así una perspectiva más detallada y cualitativa.

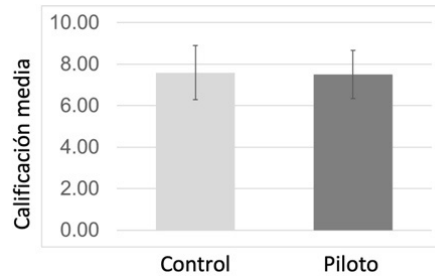
Análisis de datos

A partir de la muestra descrita (excluyendo aquellos estudiantes que no se han presentado a las pruebas) se han analizado los resultados de la actividad utilizando los datos de la encuesta y la nota del examen de prácticas. Los datos se han analizado utilizando estadística descriptiva y para la comparación de las notas entre grupos control y piloto una prueba t-student (previamente se comparó la normalidad mediante el test de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianzas mediante el test de Levene). Las calificaciones académicas obtenidas por los alumnos han sido utilizadas de forma confidencial. Como una medida de la consistencia interna o fiabilidad de la encuesta se ha calculado el coeficiente Alfa de Cronbach. El tratamiento estadístico se ha realizado mediante el paquete SPSS 29.

3. Resultados y discusión

Impacto de la actividad en el aprendizaje

Las evaluaciones de prácticas de los 72 alumnos que participaron en el proyecto piloto indican que las calificaciones no experimentaron cambios significativos en comparación con los estudiantes del grupo de control (Figura 1). El análisis estadístico de las calificaciones obtenidas en las prácticas de Biología Celular, Embriología e Histología revela que no existen diferencias significativas (prueba t-Student, $p = 0,878$) en la nota media entre el grupo de control (que no participó en la actividad) y el grupo piloto (que sí participó en la actividad). En ambos grupos, la calificación promedio superó el 7.



Grupo	Nº estudiantes	Calificación más alta	Calificación más baja
Piloto	72	9,6	4,11
Control	67	9,57	3,58

Figura 1. Datos sobre las calificaciones obtenidas en los exámenes de prácticas del grupo que realizó la actividad y el grupo control.
En la figura se incluyen las notas medias \pm desviación estándar de los grupos control y piloto.

Valoración de los estudiantes: encuesta de satisfacción

Considerando la opinión expresada por los alumnos en la encuesta de satisfacción, se observa que la interpretación de las fotografías capturadas con sus dispositivos móviles ha contribuido significativamente a mejorar su reconocimiento de tejidos y estructuras celulares, así como a fortalecer su comprensión de la Histología. La actividad de editar preguntas y analizarlas ha resultado beneficioso para el aprendizaje de conceptos más complejos, facilitando un estudio más eficaz y favoreciendo la adquisición de un lenguaje técnico apropiado (Tabla 2). Además, estas actividades han permitido el desarrollo de competencias transversales tales como trabajo en equipo, habilidades comunicativas y capacidad crítica y de análisis.

	Media \pm DS
LA INTERPRETACIÓN DE LAS FOTOGRAFÍAS ME HA AYUDADO A... (1=desacuerdo, 5=muy de acuerdo)	
Reconocer mejor los tejidos	4,5 \pm 0,71
Aprender histología	4,4 \pm 0,76
Diferenciar estructuras celulares	4,4 \pm 0,73
Interpretar tridimensionalmente un tejido	3,5 \pm 1,23
Relacionar la estructura de un tejido con su función	3,6 \pm 1,17

LA EDICIÓN DE LAS PREGUNTAS EN GRUPO ME HA AYUDADO A... (1=desacuerdo, 5=muy de acuerdo)	
Mejorar mis habilidades de comunicación	3.6±1.20
Aprender conceptos complejos de Histología	4.1±1.05
Estructurar mi manera de pensar	3.7±1.03
Estudiar de manera más efectiva	4.0±1.10
Adquirir el vocabulario adecuado de histología	4.4±0.75

Tabla 2. Preguntas de la encuesta de satisfacción referidas al aprendizaje. Valoración de la encuesta sobre las actividades: interpretación de las fotografías y edición de las preguntas. Se muestran los datos (escala de Likert) como media y desviación estándar.

La participación en la encuesta final fue elevada, con la participación de un 91% de los alumnos. Además, la medida de fiabilidad y consistencia de la encuesta, evaluada a través del coeficiente Alfa de Cronbach, arrojó un resultado considerablemente alto de 0,868. La alta consistencia refuerza la confiabilidad de los datos recopilados, permitiéndonos tener una base sólida para analizar e interpretar las respuestas de los estudiantes. El análisis de la encuesta refleja que más del 70% de los estudiantes encontraron la toma de fotografías con el móvil y la edición de preguntas, actividades motivadoras, interesantes, enriquecedoras y fáciles de realizar (Figura 2).

Un aspecto innovador adicional en este proyecto ha sido la incorporación de teléfonos móviles como herramienta para la toma de fotografías, actuando como un aliado integral en el proceso de aprendizaje de Histología. La utilización de esta tecnología ha facilitado significativamente el desarrollo del proyecto al ser una herramienta accesible, fácilmente portable y de disponibilidad universal para nuestros alumnos. Además, de forma especialmente interesante, ha potenciado la colaboración e interacción entre los alumnos, proporcionando una plataforma práctica y eficiente para la observación y documentación de preparaciones histológicas.

Las fortalezas señaladas por los alumnos destacan que estas actividades (la toma de fotografías y la edición de preguntas) son herramientas creativas que fortalecen la comunicación y contribuyen a la creación de un entorno educativo más dinámico. Por otro lado, algunas de las debilidades identificadas incluyen la limitación de tiempo, la calidad variable de los microscopios que afectan a la toma de fotografías, y las diferencias en la participación de los alumnos, ya que no todos trabajan de la misma manera dentro del equipo. Estos aspectos se identifican como áreas de mejora para sucesivos cursos.

La plataforma Wooclap extiende el aprendizaje más allá del aula

Uno de los aspectos innovadores de este proyecto es la inclusión de la plataforma interactiva Wooclap. Al inicio de la actividad, el 89% de los estudiantes no estaba familiarizado con la plataforma, pero el 81% la encontró fácil de utilizar. Además, más del 70% afirmó que Wooclap les ha ayudado a mejorar sus competencias digitales. Entre las ventajas destacadas por el profesorado se encuentran la diversidad de tipos de preguntas ofrecidas, la accesibilidad y la interactividad en tiempo real. La posibilidad de que los alumnos se unan a las sesiones a través de dispositivos móviles o computadoras ha facilitado la participación y ha mejorado el compromiso de los estudiantes. Wooclap ha demostrado ser una herramienta versátil que extiende las clases presenciales de prácticas, así como la comunicación entre alumnos y profesores más allá del aula.

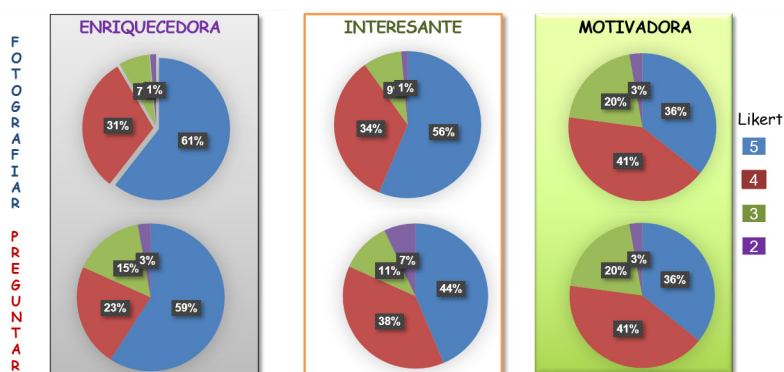


Figura 2. Respuestas de los alumnos a las preguntas de la encuesta de satisfacción referidas a la toma de fotografías con sus propios teléfonos móviles y la realización de las preguntas. Escala de Likert (1-5). Panel superior se refiere a la toma de fotografías y la parte inferior a la realización de preguntas.

Otro aspecto destacado de Wooclap es la incorporación de elementos de gamificación que motivan a los estudiantes a través de competiciones amigables y puntuaciones en tiempo real. Más del 90% de los estudiantes considera que la gamificación aporta un valor añadido y expresan su deseo de incorporar más actividades de este tipo en las prácticas. El equipo docente opina que la introducción de Wooclap ha enriquecido significativamente la experiencia educativa, mejorando la interacción, la accesibilidad y la motivación de los estudiantes, así como extendiendo las posibilidades de aprendizaje más allá de las clases tradicionales.

La rúbrica de evaluación

La rúbrica ha desempeñado un papel crucial en este proyecto, proporcionando a los alumnos una herramienta valiosa para la edición de los cuestionarios. Aunque los estudiantes han expresado que encuentran útil la rúbrica, también han sugerido áreas de mejora (ver Tabla 3). El equipo docente coincide en la necesidad de mejorar la rúbrica, con el fin de incluir indicadores más claros y específicos referidos a la calidad de las imágenes, y las preguntas permitiendo una retroalimentación constructiva. Esta herramienta es esencial para una evaluación efectiva y para guiar a los estudiantes hacia el aprendizaje y la mejora continua.

	Media±DS
DANOS TU OPINIÓN. LA RÚBRICA (1=desacuerdo, 5=muy de acuerdo)	
Ha sido muy útil	3.8±1.03
Es difícil de comprender	1.8±1.05
Debe mejorarse	2.5±1.19
Te ha servido como guía para editar los cuestionarios	3.7±1.4

Tabla 3. Preguntas de la encuesta de satisfacción referidas a la rúbrica. Se muestran los datos (escala de Likert) como media y desviación estándar.

Otras reflexiones de los alumnos

El nivel de satisfacción global fue excelente, con más del 90% de los estudiantes recomendando la realización de la actividad para el próximo curso (puntuación de 4,8/5 en la escala de Likert). La preferencia general es que la actividad se lleve a cabo en grupo, de manera voluntaria, y que sea evaluada por el profesor (Figura 3).

En relación con la labor del profesorado y el diseño de la actividad, los estudiantes expresan que las explicaciones proporcionadas por los profesores fueron adecuadas, y destacan que la relación entre el tiempo invertido y el aprendizaje obtenido fue positiva.

Un punto significativo es que más del 80% de los alumnos desean incorporar juegos durante las prácticas, y consideran que la gamificación aporta un valor añadido al proyecto (Figura 3).

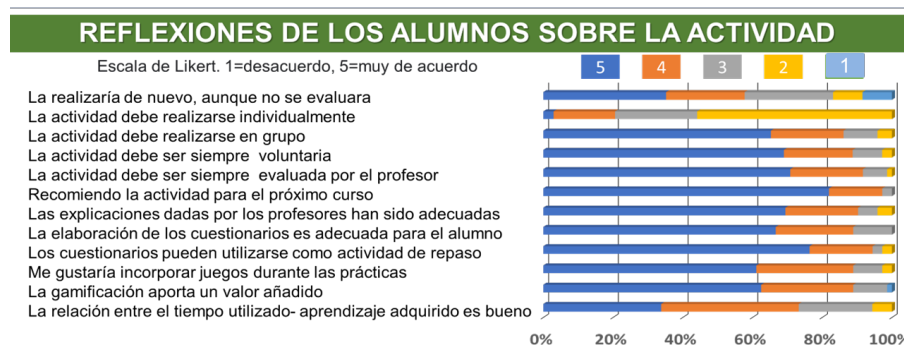


Figura 3. Respuestas de los alumnos a preguntas de opinión planteadas en la encuesta de satisfacción, Escala de Likert (1-5).

El equipo de profesores está preparado para aplicar y optimizar las herramientas TIC utilizadas en este proyecto y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Histología Humana en los próximos cursos.

Banco de preguntas de histología como recurso docente

Como resultado último de esta experiencia piloto, se ha generado un nuevo recurso docente: un banco de 228 preguntas de imágenes de Histología alojadas en la plataforma Wooclap. La idoneidad, calidad y rigor académico del contenido de estas preguntas es apropiado, y esto se atribuye, en parte, a la retroalimentación proporcionada a los estudiantes sobre su trabajo.

El equipo de profesores considera el banco de preguntas como una herramienta valiosa de autoevaluación que puede ser exportada a otros cursos y asignaturas. Además, como la herramienta digital que es, permite ampliar el tiempo de dedicación de los alumnos al aprendizaje de Histología de manera dinámica, interactiva y asíncrona. Esto concuerda con la opinión expresada por más del 80% de los alumnos indicando que los cuestionarios pueden utilizarse como actividades de repaso (Figura 3).

4. Conclusiones

Los resultados de este estudio piloto respaldan la eficacia y el potencial de las TIC, la gamificación y la participación activa de los estudiantes para mejorar

significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Histología Humana en el contexto de la Educación Médica.

5. Agradecimientos

Nos gustaría expresar nuestro agradecimiento a todos los alumnos que han participado voluntariamente en esta actividad. Esta experiencia piloto forma parte de un Proyecto de Innovación Educativa apoyado por la UCM (nº 443-2022).

Referencias bibliográficas

- Blanco Fernández de Valderrama, María José, Apolonia Novillo, Ricardo Llorente y María Antonia Cid. 2014. «Cuestionarios autogestionados por los alumnos como herramienta de aprendizaje». Comunicación presentada en XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón, 7-8 de julio. <http://hdl.handle.net/11268/3759>.
- Novillo, Apolonia, María José Blanco Fernández de Valderrama, María Antonia Cid e Irene Rodríguez. 2015. «Una modalidad de flipped classroom combinada con cuestionarios online en la asignatura de Bioquímica». Comunicación presentada en XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, Villaviciosa de Odón (Madrid), 20-21 de julio. <http://hdl.handle.net/11268/4479>.
- Roig-Vila, Rosabel. 2016. *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*. Barcelona: Octaedro.
- Wooclap. <https://www.wooclap.com/es/>

Creación de contenido digital para un aprendizaje autónomo eficaz

Mónica Cicuéndez¹; Jesús L Pablos¹; Daniel Lozano¹; Ana García¹; Isabel Izquierdo-Barba¹; Blanca González¹; Montserrat Colilla¹; Victoria Cabañas¹; Sandra Sánchez-Salcedo¹

Resumen. Las nuevas tecnologías (internet, televisión digital, satélite, etc.) tienen una gran impacto en la forma de comunicación en la sociedad y por supuesto en la forma de aprender y enseñar. Un aspecto esencial en asignaturas pertenecientes al área de las Ciencias Experimentales es la parte práctica relativa al trabajo en el laboratorio. El principal objetivo del proyecto de innovación docente titulado «*Aprendizaje autónomo del laboratorio de Química Bioinorgánica y Biomateriales y técnicas de caracterización utilizadas a través del uso de herramientas e-learning. Potenciación de la comprensión de alumnos con diversidad, dificultades auditivas o idioma*» fue la utilización de nuevas estrategias de aprendizaje basadas en el uso de recursos informáticos, centrados tanto en los principios de las técnicas de caracterización físico-química como del software asociado a estas. De esta forma, se facilita la comprensión de la técnica previamente a su uso a todos los alumnos, incluyendo a aquellos con diversidad, discapacidades auditivas o cuya lengua materna no fuera el español (internacionalización) en forma de inclusión de traducción simultánea a lenguaje de signos y traducción al inglés.

Palabras clave: aprendizaje autónomo; herramientas *e-learning*; diversidad; difracción de rayos X (DRX); termogravimetría (TG) y espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR).


¹ Departamento de Química en Ciencias Farmacéuticas. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.

1. Introducción

El *e-learning* o enseñanza virtual se define como una modalidad de estudio en la que docentes y alumnos toman contacto en un entorno digital basado en las tecnologías de la información y la comunicación e internet, permitiendo una autonomía en el aprendizaje y facilitando una comunicación constante con acceso ilimitado al conocimiento. La aplicación de esta metodología implica fundamentalmente dos conceptos: primero, la separación física entre el alumno y el profesor a diferencia de la docencia presencial o la docencia semipresencial. Segundo, la eliminación de los límites espacio-temporales facilitando una flexibilidad al alumno en función de su disponibilidad y necesidades individuales.

Un aspecto esencial en asignaturas pertenecientes al área de las Ciencias Experimentales es la parte práctica relativa al trabajo en el laboratorio. En este sentido, es imprescindible el uso de técnicas de caracterización, para lo cual es necesario una buena comprensión de los conceptos básicos de dichas técnicas. Sin embargo, cada curso académico los docentes han observado una carencia de conocimientos que repercute negativamente en la formación del alumno. Por ello, el principal objetivo del proyecto de innovación docente titulado «*Aprendizaje autónomo del laboratorio de Química Bioinorgánica y Biomateriales y técnicas de caracterización utilizadas a través del uso de herramientas e-learning. Potenciación de la comprensión de alumnos con diversidad, dificultades auditivas o idioma*» fue la utilización de nuevas estrategias de aprendizaje basadas en el uso de recursos informáticos, centrados tanto en los principios de las técnicas de caracterización físico-química como del *software* asociado a estas. De esta forma, se facilita la comprensión de la técnica previamente a su uso a todos los alumnos, incluyendo a aquellos con diversidad, discapacidades auditivas o cuya lengua materna no fuera el español mediante la elaboración de material audiovisual. Este método de enseñanza *e-learning* se ha implantado en la asignatura de Biomateriales, que se imparte en el Grado de Ingeniería de Materiales, concretamente en el tercer curso y en la asignatura de Química Bioinorgánica y Biomateriales perteneciente al Grado en Farmacia en el cuarto curso. Las técnicas de caracterización físico-química sobre las que se ha trabajado en este proyecto son difracción de rayos X (DRX), termogravimetría (TG) y espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier (FTIR). A modo de ejemplo representativo, la Figura 1 detalla el índice de las prácticas correspondientes a la asignatura de Química Bioinorgánica y Biomateriales en el cual se han resaltado las técnicas de

caracterización necesarias para su realización. El objetivo general de la parte teórica de esta asignatura se basa en el estudio de los elementos y compuestos inorgánicos: esenciales, tóxicos y de acción terapéutica en sistemas biológicos, así como, el desarrollo, evaluación y aplicación de materiales que tienen como fin ser implantados, en sistemas biológicos para reparar, sustituir o regenerar tejidos vivos y sus funciones.



I. SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE COMPUESTOS DE COORDINACIÓN DE ELEMENTOS DE TRANSICIÓN ESENCIALES

- I.1 Síntesis del complejo trans-bis (salicilaldoximato) cobre (II)
- I.2 Caracterización del complejo **Análisis TG y espectroscopia IR (FTIR)**

II. BIOMINERALES

- II.1 Caracterización del componente mineral de cáscara de huevo de ave, concha de molusco y hueso
- II.2 Caracterización del componente mineral del hueso calcinado **Espectroscopia IR y Difracción de Rayos-x (DRX)**

III. BIOMATERIALES. FOSFATOS DE CALCIO

- III.1 Síntesis cerámica y caracterización de fosfato tricálcico (TCP) **FTIR y DRX**
- III.2 Preparación de hidroxiapatita (HA) e hidroxiapatita deficiente en calcio (HADC) por precipitación controlada **FTIR y DRX**
- III.3 Preparación de fosfatos de calcio bifásicos HA/TCP **FTIR y DRX**

IV. ESTUDIOS COMPARATIVOS DE FOSFATOS DE CALCIO SINTÉTICOS Y BIOLÓGICOS **FTIR y DRX**

Figura 1. Índice correspondiente a las prácticas de la asignatura de Química Bioinorgánica y Biomateriales perteneciente al Grado en Farmacia impartida durante el cuarto curso.

La difracción de rayos X es una técnica ampliamente utilizada en la caracterización de biomateriales ya que a partir de ella se puede determinar la estructura atómica y molecular de un cristal, donde la estructura cristalina hace que un haz de rayos X incidentes se difracte en muchas direcciones específicas. El análisis termogravimétrico es un método de análisis térmico en el cual la masa de una muestra se mide a lo largo del tiempo a medida que cambia la temperatura. Finalmente, la espectroscopia infrarroja, un tipo de espectroscopia vibracional, mide la absorción de radiación infrarroja por parte de una muestra y proporciona información sobre los grupos funcionales presentes. La Figura 2 comprende los difractogramas de rayos X y los espectros FTIR de diferentes ejemplos representativos de biomateriales y biominerales estudiados durante las prácticas de la asignatura de Química Bioinorgánica y Biomateriales.

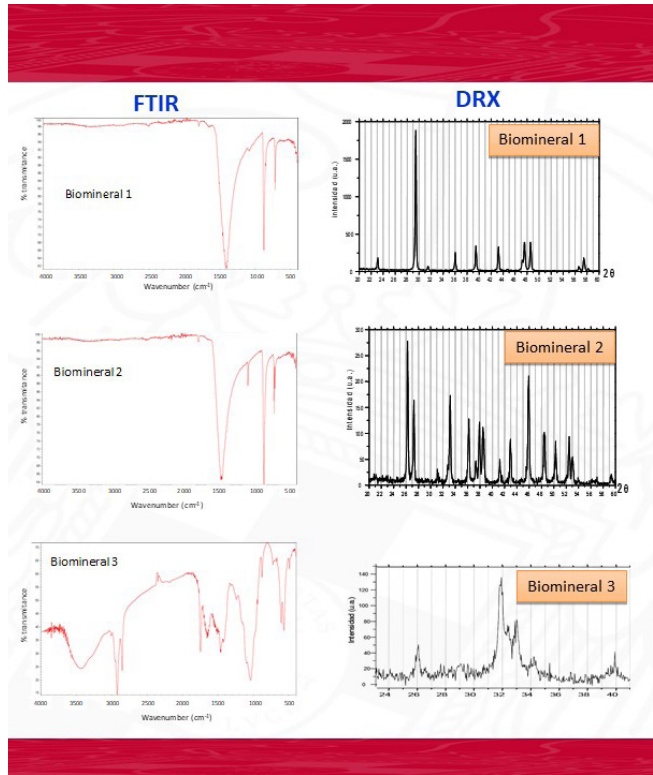


Figura 2. Espectros FTIR (izquierda) y difractogramas de rayos X (derecho) de diferentes ejemplos representativos de biomateriales y biominerales estudiados durante las prácticas de la asignatura de Química Bioinorgánica y Biomateriales perteneciente al Grado en Farmacia.

Durante el desarrollo de dicho proyecto se trabajaron tres aspectos fundamentales desde el punto de vista formativo: 1) afianzar adecuadamente los conceptos básicos en los que se apoya el trabajo experimental en el laboratorio a través de la elaboración de vídeos educativos con los conceptos fundamentales de las técnicas de caracterización citadas anteriormente, 2) el manejo de los programas que permiten el tratamiento de los resultados e interpretación de los datos utilizando herramientas *e-learning* basadas en vídeos explicativos y 3) la elaboración de cuestionarios *online* de cada técnica para hacer un seguimiento de la evolución de los conocimientos adquiridos por el alumno durante el desarrollo de la asignatura. Esta herramienta estaría disponible para el alumno durante las 24 horas del día, 365 días al año, a través del campus virtual, con el fin de que el alumno gestione su aprendizaje.

2. Resultados

En Ciencias Experimentales, las prácticas de laboratorio son una parte fundamental y obligatoria de las asignaturas mencionadas en grados universitarios descritos anteriormente. Este tipo de actividades permite a los estudiantes desarrollar competencias específicas como son el uso de equipamiento científico, la búsqueda y análisis de datos, etc., así como, competencias transversales como el trabajo en equipo, la resolución de problemas o el pensamiento crítico [7].

Respecto al nivel de satisfacción de los alumnos, se les ha distribuido una encuesta para evaluar la utilidad del material audiovisual desarrollado para la comprensión de las técnicas de caracterización físico-química utilizadas (Figura 3A). En general, se observó una buena aceptación y satisfacción del alumnado (en torno al 4~5 de puntuación obtenida, datos no mostrados) en términos de mejora de la comprensión de los conceptos básicos y técnicas utilizados en el transcurso de las prácticas de laboratorio tras la visualización de los vídeos. Por otra parte, durante el curso académico 2023-2024, la prueba de autoevaluación de cada una de las técnicas de caracterización mencionadas, es decir, DRX, FTIR y TG se ha realizado el día después del visionado de los vídeos por parte de los alumnos/as en su casa y antes de realizar las prácticas en el aula. Los resultados de acierto obtenidos fueron muy positivos (Figura 3B). Los datos mostrados en la Figura 3B proceden de un total de 8 grupos de prácticas de la asignatura de Química Bioinorgánica y Biomateriales perteneciente al Grado en Farmacia en el cuarto curso compuestos por 12 alumnos cada uno de ellos, donde puede observarse un porcentaje de acierto en torno al 90 % en cada una de las técnicas estudiadas.

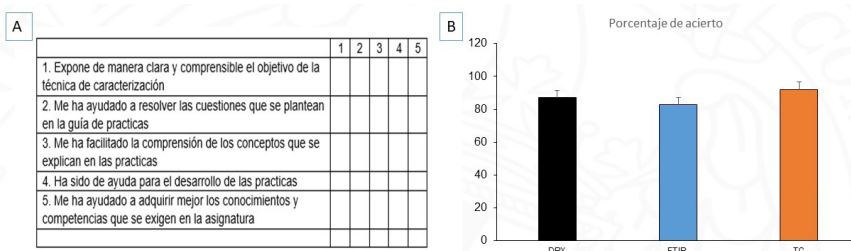


Figura 3. Cuestionario de satisfacción elaborado para cada uno de los vídeos audiovisuales explicativos realizados (A) y resultados representativos del porcentaje de acierto obtenido tras la visualización del contenido durante el curso académico 2023-2024 de la asignatura de Química Bioinorgánica y Biomateriales perteneciente al Grado en Farmacia en el cuarto curso (B).

Además, durante el curso académico 2023-2024, esta mejora ha supuesto un incremento en las calificaciones obtenidas por los alumnos tras la implantación de estos materiales audiovisuales autoexplicativos, tal y como viene reflejado en la Figura 4.



Figura 4. Porcentaje de calificaciones obtenido en las prácticas de la asignatura de Química Bioinorgánica y Biomateriales perteneciente al Grado en Farmacia durante el curso académico 2023-2024, donde SB significa sobresaliente, NT notable y AP indica aprobado.

Finalmente, se ha realizado un estudio comparativo de la evolución de las calificaciones obtenidas por los alumnos durante el curso académico 2019-2020, donde los alumnos no tenían la posibilidad de utilizar el contenido audiovisual explicativo, con el curso académico 2021-2022, tras el uso de los vídeos explicativos y ejercicios de autoevaluación preparados. Los resultados se muestran en la Figura 5. Teniendo en cuenta que la nota de las prácticas implica un 20% del total de la asignatura teórico-práctica, se ha incrementado significativamente el número de alumnos que aprobaron y que obtuvieron mejor calificación. Cabe destacar que la cifra de alumnos no presentados y suspensos descendió a cero en el último año académico estudiado. Así, estos resultados demuestran que la visualización de los vídeos que comprende un total de menos de media hora junto con la realización de un cuestionario de 20 preguntas de autoevaluación realizado antes de las prácticas para afianzar todo lo aprendido, han sido de gran utilidad para la buena comprensión de técnicas de caracterización complejas pero fundamentales en la evaluación físico-química de biomateriales estudiados en la asignatura.

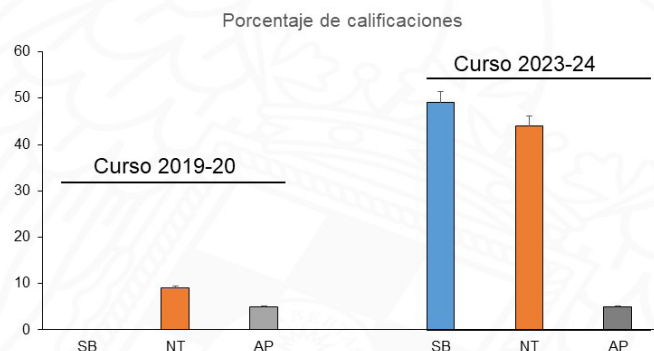


Figura 5. Evolución comparativa de las calificaciones obtenidas durante los cursos académicos 2019-20 y 2023-24 en las prácticas de la asignatura de Química Bioinorgánica y Biomateriales perteneciente al Grado en Farmacia, donde SB significa sobresaliente, NT notable y AP indica aprobado.

3. Conclusiones

Se ha podido demostrar como la extensión *online* del aprendizaje presencial, ha supuesto una herramienta de gran utilidad en el rendimiento de los alumnos. Además, dicha enseñanza puede ser aplicable a varias asignaturas dentro del Grado en Farmacia, Química, Ingeniería de Materiales y Máster Universitario en Biomateriales. Tanto el contenido audiovisual explicativo de las diferentes técnicas de caracterización físico-química como las explicaciones relativas a su *software* también pueden ser aplicables a TFGs, TFMs y Tesis Doctorales. El lenguaje de signos y en dos idiomas permite la inclusión, internacionalización y mayor difusión de los contenidos. La participación activa de profesores tanto noveles como experimentados ha servido también para intercambiar diferentes puntos de vista.

Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto nº 52 de Innova-Docencia de la convocatoria 2021-2022 de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y a todos los miembros participantes en el mismo. A la Oficina para la Inclusión de Personas con Diversidad (OIPD) de la UCM. Al Centro de Asistencia a la Investigación de Difracción de rayos X de la Facultad de Farmacia de la UCM.

Referencias bibliográficas

- Aldré G., Mongiorgi R., Monti S., Corvo G., Itró A., Paroli R., Cozzolino A. 1995. «La diffrattometria X (XRD) a polveri nello studio di biomateriali utilizzati in odontostomatologia». Nota 3 [X-ray powder diffraction (XRD) in the study of biomaterials used in dentistry. 3]. *Minerva Stomatol* Jan-Feb; 44 (1-2): 21-32. Italian. PMID: 7783708.
- Avello, Raidel y Josep Duart. 2016. «Nuevas tendencias de aprendizaje colaborativo en e-learning. Claves para su implementación efectiva». *Estudios Pedagógicos XLII* 1: 271-282.
- González-Fernández, Natalia y José Luis García-González. 2012. “Metodologías participativas para la mejora del aprendizaje en educación superior. Un proyecto innovador con estudiantes de la Facultad de Educación”. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* 3: 80-93.
- Gros, Begoña. 2018. “La evolución del e-learning: del aula virtual a la red”. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 21: 69-82.
- Kowalczyk, Dorota y Monika Pitucha. 2019. «Application of FTIR Method for the Assessment of Immobilization of Active Substances in the Matrix of Biomedical Materials». *Materials* (Basel), 12(18): 2972. doi: 10.3390/ma12182972. PMID: 31540255; PMCID: PMC6766236.
- Oliver-Hoyo, María Teresa. 2003. «Designing a written assignment to promote the use of critical thinking skills in an introductory chemistry course». *Journal of Chemical Education* 8: 899-903.
- Sánchez-Vera, María del Mar, José Luis Serrano-Sánchez y María Paz Prendes-Espinosa. 2013. “Análisis comparativo de las interacciones presenciales y virtuales de los estudiantes de enseñanza secundaria obligatoria». *Educación XXI* 16: 351-374.

Inteligencia artificial generativa y aprendizaje colaborativo en la educación universitaria: Fisiopatología Vegetal (Máster en Biología Vegetal Aplicada-UCM)

Aranzazu Gomez-Garay¹; Beatriz Pintos López¹; Elena Pérez-Urria Carril¹; José María Hernández de Miguel²

Resumen. El creciente papel de la inteligencia artificial (IA) en la educación ha generado una extensa investigación sobre su integración en entornos de aprendizaje. Este estudio explora la aplicación de la IA generativa en el aprendizaje colaborativo, específicamente en el contexto del programa de Máster en Biología Vegetal Aplicada. La investigación involucró a 20 estudiantes, a nivel de máster, en una serie de cuatro sesiones de trabajo colaborativo durante el curso académico 2023-2024. Las evaluaciones preliminares categorizaron a los estudiantes en dominios intelectivos, revelando la importancia de los dominios lógico-matemático e interpersonal. La integración de clases magistrales y un enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas fundamentaron las sesiones. Se incorporaron herramientas de IA, fomentando discusiones dinámicas y la creación colaborativa de contenido. Los resultados mostraron una participación activa de los estudiantes, evidenciada por evaluaciones de conocimientos positivas con un promedio de calificación de 8.6. Las encuestas post-sesiones subrayaron niveles elevados de participación y experiencias positivas (95%). El estudio destaca la eficacia del aprendizaje colaborativo enriquecido por la IA generativa, que se adapta a diversos estilos y preferencias de aprendizaje. El marco colaborativo, respaldado por herramientas de IA, demostró ser adaptable e inclusivo. Los comentarios positivos

¹ Departamento de Genética, Fisiología y Microbiología, Unidad Docente de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid.

² Delegado del Decano para la Transformación Digital y Tecnologías Emergentes, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid.

enfatan la importancia de considerar las habilidades diversas para lograr el éxito del aprendizaje colaborativo. Esta investigación contribuye a la comprensión del aprendizaje colaborativo optimizado mediante el uso de aplicaciones de IA generativa y destaca su potencial para fomentar la participación, comprensión y satisfacción estudiantil en la educación superior.

Palabras clave: aprendizaje colaborativo; educación; IA generativa; retención de la información.

1. Introducción

El creciente interés y la amplia aplicación de la inteligencia artificial (IA) en contextos educativos han dado lugar a un próspero campo de investigación centrado en la integración de la IA en entornos de aprendizaje. Este auge se caracteriza por la exploración de la capacidad de la IA para simular la inteligencia humana, facilitando funciones como la inferencia, el juicio, la predicción y la toma de decisiones. Se puede anticipar que el potencial de la IA para influir en la enseñanza y el aprendizaje será fundamental en los próximos años. Este panorama en evolución transformará la forma en que los estudiantes abordarán la resolución de problemas, interactuarán con diversas perspectivas y aprovecharán las interacciones colaborativas y sociales, fomentando una colaboración avanzada y desarrollando capacidades cognitivas, socioemocionales y conductuales cruciales para el éxito en la sociedad del conocimiento.

El aprendizaje colaborativo, un enfoque pedagógico que fomenta el aprendizaje activo, el pensamiento crítico y la construcción colectiva del conocimiento, se basa en la premisa de que los estudiantes aprenden de manera óptima cuando trabajan juntos para resolver problemas y alcanzar objetivos comunes. El potencial de interacción y colaboración es muy efectivo para satisfacer las necesidades psicológicas de los estudiantes y promover resultados positivos en el rendimiento académico [5]. Se han utilizado diversas estrategias y herramientas para facilitar el aprendizaje colaborativo en entornos educativos. Por ejemplo, asignar a los estudiantes proyectos o tareas para trabajar en grupos (Fig. 1A) fomenta la colaboración y experiencias de aprendizaje compartidas. Otras actividades estructuradas de aprendizaje cooperativo, como la técnica del rompecabezas (Fig. 1B), el pensar-compartir-trabajar por

pares o la tutoría entre compañeros, proporcionan marcos para que los estudiantes participen en el aprendizaje colaborativo.

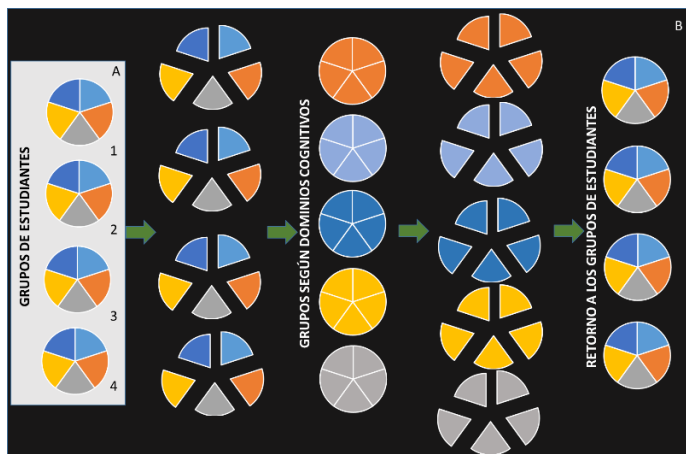


Figura 1. A. Los estudiantes trabajan en proyectos en grupos. B. Técnica del rompecabezas: se forman grupos para completar colaborativamente diferentes partes de una tarea y posteriormente combinan sus contribuciones para crear un producto final cohesivo.

Los avances recientes en inteligencia artificial presentan nuevas posibilidades para mejorar el aprendizaje colaborativo en el entorno universitario, permitiendo la automatización de tareas, la retroalimentación personalizada y la creación de entornos de aprendizaje más atractivos. La integración de tecnologías de inteligencia artificial en el aprendizaje colaborativo tiene el potencial de crear espacios virtuales de colaboración, brindando a los estudiantes la oportunidad de colaborar desde cualquier ubicación.

Además, la inteligencia artificial puede ofrecer retroalimentación personalizada, basada en datos, para mejorar la objetividad y precisión, y crear entornos de aprendizaje personalizados que se adapten a las necesidades individuales de los estudiantes, facilitando el aprendizaje a su propio ritmo y afrontando retos. A pesar de estas oportunidades, se deben abordar desafíos para aprovechar plenamente el potencial de la IA en el aprendizaje colaborativo, especialmente garantizando un acceso equitativo a la IA para todos los estudiantes, independientemente de su situación socioeconómica o necesidades educativas especiales.

Este artículo explora la aplicación de la inteligencia artificial generativa en un entorno de aprendizaje colaborativo, a través de la experiencia llevada

a cabo durante el curso 2023-2024 en la asignatura de Fisiopatología Vegetal del Máster en Biología Vegetal Aplicada de la Universidad Complutense de Madrid.

2. Objetivos

El objetivo de este estudio es investigar el impacto del aprendizaje colaborativo optimizado mediante el uso de herramientas de inteligencia artificial generativa (IA) en el contexto del Máster en Biología Vegetal Aplicada.

3. Metodología

3.1. Participantes y Contexto

Una cohorte de 20 estudiantes de nivel de máster, clasificados según el MECES 3, participaron en una serie de cuatro sesiones de aprendizaje colaborativo, cada una con una duración de cuatro horas. El estudio se llevó a cabo durante el año académico 2023-2024.

3.2. evaluación preliminar: explorando fortalezas y preferencias

Antes de las sesiones de aprendizaje colaborativo, se llevó a cabo una evaluación preliminar mediante una encuesta de Google Forms titulada «Explorando tus fortalezas y preferencias». Esta encuesta tenía como objetivo categorizar a los estudiantes en dominios intelectivos distintos, que incluían: lógico-matemático, lingüístico, naturalista, espacial, interpersonal, musical y cinestésico-corporal.

Cada pregunta en la encuesta se alineaba con un dominio específico. Las respuestas se categorizaron asignando valores numéricos («Mucho» = 3, «Algo» = 2, «No mucho» = 1, «Nada» = 0) para cuantificar preferencias o habilidades en cada área. Los valores numéricos de cada dominio se sumaron según las respuestas individuales de cada estudiante. Este proceso generó un puntaje total para cada tipo de inteligencia para cada participante. Esta clasificación proporcionó información sobre los estilos y preferencias de aprendi-

zaje individuales, lo que orientó la posterior personalización de la experiencia de aprendizaje colaborativo.

3.3. Integración de clases magistrales y enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas

Al inicio de cada sesión, se impartió una clase magistral de 50 minutos. Esta clase incluía el contenido teórico en aspectos relacionados con enfermedades de las plantas, asignando a cada grupo un problema distinto. Esta adopción del enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) tenía como objetivo profundizar en la comprensión y aplicación del contenido de la clase magistral dentro del contexto de aprendizaje colaborativo.

3.4. Recursos Tecnológicos

Se proporcionaron a los estudiantes ordenadores portátiles y podían usar sus propios teléfonos móviles, garantizando un acceso sin restricciones a recursos tecnológicos esenciales durante todas las sesiones de aprendizaje colaborativo.

3.5. Herramientas de IA generativa

Las sesiones de aprendizaje colaborativo se enriquecieron mediante la integración de dos herramientas de inteligencia artificial: ChatGPT (OPEN-AI) y Canva.

3.6. Marco de Aprendizaje Colaborativo

El marco de aprendizaje colaborativo fue diseñado para aprovechar las herramientas de inteligencia artificial y mejorar la experiencia de aprendizaje en su conjunto. La Figura 2 ilustra el esquema de cada sesión.

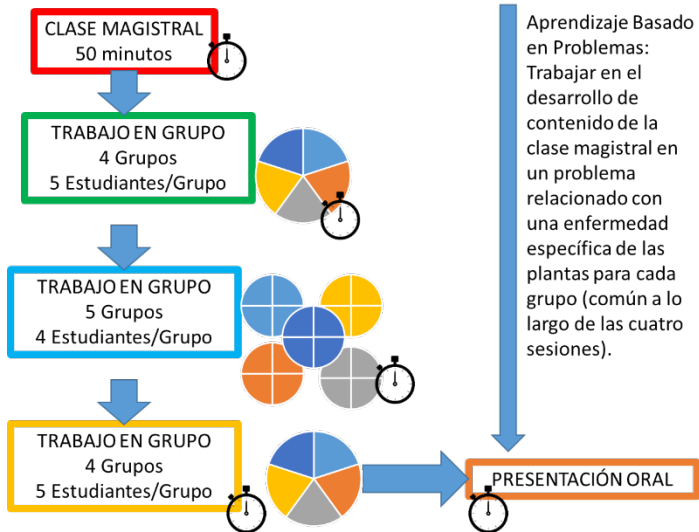


Figura 2. Esquema de trabajo colaborativo en la asignatura de Fisiopatología Vegetal, (Máster en Biología Vegetal AplicadaUCM). La codificación de grupos se alinea con los grupos asignados según la Figura 1, proporcionando una referencia para la dinámica de trabajo colaborativo facilitada mediante el uso de herramientas de inteligencia artificial generativa.

3.7. Evaluación

Antes de la sesión final, se realizó la evaluación del conocimiento mediante un cuestionario a través de la plataforma Socrative (Showbie Inc.). Este cuestionario tenía como objetivo medir la comprensión y el conocimiento de conceptos adquiridos por los estudiantes durante las tres sesiones previas de aprendizaje colaborativo.

Una semana después de la finalización de las sesiones, se llevó a cabo una encuesta integral a través de Google Forms. Esta encuesta buscaba obtener percepciones sobre la efectividad del aprendizaje colaborativo integrando la inteligencia artificial, centrándose en aspectos como la adquisición de conocimientos, la participación y la experiencia general del estudiante.

4. Resultados

4.1. Participantes y contexto

Los 20 estudiantes de nivel de máster (MECES 3) que participaron activamente en las sesiones de aprendizaje colaborativo eran hablantes de español, contribuyendo a una comunicación efectiva durante todas las actividades colaborativas. El grupo de participantes, con edades comprendidas entre los 22 y 32 años, estaba formado por 13 estudiantes femeninas y 7 estudiantes masculinos, con diversas titulaciones, incluyendo Biología, Ciencias Ambientales y campos relacionados. Mientras que algunos estudiantes tenían experiencia previa con el aprendizaje colaborativo, otros eran relativamente nuevos en este enfoque pedagógico.

4.2. Evaluación preliminar: explorando fortalezas y preferencias

Fue evidente que los dominios lógico-matemático e interpersonal desempeñaron roles fundamentales en la definición de los grupos. Solo 5 estudiantes mostraron una preferencia clara por lo lógico-matemático, mientras que 8 mostraron una inclinación notable hacia la extroversión. Esta observación estableció estos dominios como factores primarios que influyeron en la categorización de los grupos.

Es esencial señalar que las preferencias, como lo musical y lo cinestésico-corporal, no pudieron utilizarse debido a la falta de diferencias discernibles en las respuestas. Esta limitación destaca el enfoque en dominios discernibles e influyentes dentro de la cohorte estudiantil.

4.3. Integración de clases magistrales, enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas y marco de aprendizaje colaborativo

Las clases magistrales introductorias proporcionaron una visión integral de las enfermedades de las plantas, abordando temas como tipos de patógenos, epidemiología e importancia económica (Sesión 1); modos de ataque de los fitopatógenos (Sesión 2); mecanismos de defensa de las plantas (Sesión 3); y alteraciones fisiológicas en las plantas debido a infecciones (Sesión 4).

Posteriormente, los estudiantes trabajaron en grupos, centrándose cada grupo en el estudio en profundidad de una enfermedad específica de las plantas. Esta metodología (Aprendizaje Basado en Problemas) permitió a cada grupo explorar minuciosamente la enfermedad asignada, fomentando el pensamiento crítico y facilitando una comprensión más profunda de las complejidades asociadas con cada enfermedad.

El marco de aprendizaje colaborativo, como se ilustra en la Figura 2, resultó altamente efectivo para fomentar la participación activa y la interacción de los estudiantes a lo largo de las sesiones. Todos los estudiantes participaron activamente, contribuyendo al ambiente de aprendizaje colaborativo. No hubo casos de falta de participación o desinterés; en su lugar, se observó un nivel consistente de participación en todos los participantes.

Además, las dinámicas colaborativas fueron sólidas, con los estudiantes interactuando constantemente entre sí. Las discusiones en grupo fueron animadas, con los estudiantes compartiendo ideas, planteando preguntas y resolviendo problemas de manera colectiva. La integración fluida de la tecnología fue evidente cuando un estudiante se unió a las sesiones de forma remota, participando activamente a través de plataformas en línea como Google Meet. Esta participación adicional en línea no interrumpió el proceso colaborativo, resaltando la adaptabilidad e inclusividad del marco de aprendizaje colaborativo.

En resumen, el enfoque de aprendizaje colaborativo presentado en la Figura 2 demostró su eficacia al fomentar la participación continua de los estudiantes, propiciar discusiones interactivas y acomodar diversos modos de participación, incluyendo la participación en línea de un estudiante.

4.4. Evaluación de conocimientos y encuesta posterior

La evaluación de conocimientos realizada a través de la plataforma Socrative reveló resultados positivos en términos de adquisición de conocimientos. Los estudiantes demostraron una comprensión integral de los temas abordados en las sesiones de aprendizaje colaborativo, como se evidenció por sus respuestas a las preguntas de evaluación. Los resultados indicaron que el marco de aprendizaje colaborativo facilitó de manera efectiva la adquisición y retención de conocimientos específicos del tema.

La colaboración fue validada aún más por el destacado rendimiento académico general, con una calificación promedio de 8.6. Solo un estudiante

no alcanzó una calificación de aprobado, destacando el éxito del enfoque de aprendizaje colaborativo en mejorar los resultados académicos.

La encuesta post-sesiones realizada a través de Google Forms proporcionó información valiosa sobre diversos aspectos de la experiencia de aprendizaje colaborativo. Los hallazgos clave incluyen un alto nivel de participación, con todos los estudiantes participando activamente y contribuyendo durante las sesiones. Los estudiantes mostraron una experiencia general positiva (95%), enfatizando la efectividad del aprendizaje colaborativo en mejorar su comprensión de la fisiopatología vegetal.

Además, la encuesta resaltó la integración fluida de herramientas de inteligencia artificial generativa como ayudas valiosas en el proceso de aprendizaje. Los estudiantes apreciaron el uso de tecnologías de IA por su papel en facilitar la comunicación y el trabajo colaborativo.

En resumen, los resultados tanto de la evaluación de conocimientos como de la encuesta post-sesiones confirman el éxito del enfoque de aprendizaje colaborativo optimizado mediante herramientas de IA en fomentar la adquisición de conocimientos, mantener niveles elevados de participación y ofrecer una experiencia de aprendizaje positiva en general para los estudiantes del Máster en Biología Vegetal Aplicada.

5. Discusión

En la educación científica la formación académica suele centrarse, fundamentalmente, en asimilar contenido y desarrollar habilidades. No obstante, para la preparación efectiva de los estudiantes en el mundo actual, es imperativo fomentar el pensamiento crítico y alentar la reflexión sobre cómo mejorar las prácticas actuales mediante la utilización de nuevas herramientas y tecnologías. Además, una fundamentada investigación reveló percepciones notables sobre la retención de información entre los estudiantes en ciencias de la naturaleza. Según el estudio, los estudiantes retienen solo el 10% de lo que leen, el 20% de lo que escuchan, el 30% de lo que ven, el 50% de lo que ven y escuchan simultáneamente, el 70% de lo que dicen y un impresionante 90% de lo que hacen y dicen al mismo tiempo. Este descubrimiento subraya las posibles limitaciones asociadas con metodologías de enseñanza que dependen en gran medida de materiales de lectura y clases magistrales de manera aislada.

El marco de aprendizaje colaborativo ilustrado en la Figura 1, junto con la integración de herramientas de inteligencia artificial generativa, demostró eficacia en fomentar la participación continua de los estudiantes, promover discusiones interactivas y facilitar diversos modos de participación. Este estudio destaca la efectividad del aprendizaje colaborativo en impulsar la participación activa y las discusiones interactivas. La ausencia de no participación y la integración en línea sin problemas que se ha observado reflejan la naturaleza adaptable e inclusiva de los marcos de aprendizaje colaborativo.

La recepción positiva de las tecnologías de inteligencia artificial, como se destacó en la encuesta post-sesiones, respalda aún más la idea de que la inteligencia artificial contribuye de manera positiva a la experiencia de aprendizaje colaborativo. Nuestro estudio respalda la idea de que la consideración cuidadosa de estudiantes con diferentes habilidades mediante el trabajo en equipo efectivo contribuye significativamente al éxito de las experiencias de aprendizaje colaborativo. Además, la retroalimentación positiva obtenida a través de un análisis sistemático de las evaluaciones de los resultados de aprendizaje de los estudiantes se alinea con investigaciones previas, enfatizando la importancia de involucrar a toda la clase en ejercicios de aprendizaje activo. Estos hallazgos subrayan la solidez y la transferibilidad de nuestro enfoque de aprendizaje colaborativo para mejorar la participación, la comprensión y la satisfacción general del estudiante. La investigación futura debería explorar aplicaciones adicionales y posibles desafíos en la integración de la inteligencia artificial generativa para optimizar continuamente las experiencias de aprendizaje colaborativo.

6. Conclusión

Esta investigación destaca la adaptabilidad e inclusividad del marco de aprendizaje colaborativo, potenciado por la inteligencia artificial generativa. Los hallazgos contribuyen a comprender los beneficios del aprendizaje colaborativo, haciendo hincapié en el potencial de la inteligencia artificial para mejorar la participación, la interacción y la adquisición de conocimientos.

Referencias bibliográficas

- Gassmann, Oliver, Naomi Häfner, David Wagner y Felix Rüdiger. 2022. «Rethinking the Role of Universities in the Future of Work and Learning».
- Hwang, Gwo-Jen, Haoran Xie, Benjamin W. Wah y Dragan Gašević. 2020. «Vision, Challenges, Roles and Research Issues of Artificial Intelligence in Education». *Computers and Education: Artificial Intelligence* 1 (100001): 100001. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>.
- Leeuwen, Anouschka van, Lisette Hornstra y Barbara Flunger. 2023. «Need Supportive Collaborative Learning: Are Teachers Necessary or Do Students Support Each Other's Basic Psychological Needs?». *Educational Studies* 49(1): 131-46. <https://doi.org/10.1080/03055698.2020.1835613>.
- Mora, Higinio, María Teresa Signes-Pont, Andrés Fuster-Guilló y María L. Pertegal-Felices. 2020. «A Collaborative Working Model for Enhancing the Learning Process of Science & Engineering Students». *Computers in Human Behavior* 103: 140-50. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.09.008>.
- Oros, Andrew L. 2007. «Let's Debate: Active Learning Encourages Student Participation and Critical Thinking». *Journal of Political Science Education* 3(3): 293-311. <https://doi.org/10.1080/15512160701558273>.
- Seldon, Anthony y Oladimeji Abidoye. 2018. *The Fourth Education Revolution: Will Artificial Intelligence Liberate or Infantilise Humanity*. Legend Press Ltd.
- Stice, James E. 1987. «Using Kolb's Learning Cycle to Improve Student Learning». *Engineering Education* 77: 291-96.
- Tan, Seng C., Alwyn Vwen Yen Lee y Min Lee. 2022. «A Systematic Review of Artificial Intelligence Techniques for Collaborative Learning over the Past Two Decades». *Computers and Education: Artificial Intelligence*.
- Wen, Yun. 2020. «Augmented Reality Enhanced Cognitive Engagement: Designing Classroom-Based Collaborative Learning Activities for Young Language Learners». *Educational Technology Research and Development: ETR & D*. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09893-z>

Effective Learning Strategie (ELS): una forma de maximizar la asimilación de los contenidos y la obtención de resultados durante el seminario *online*

L. Iván Mayor Silva¹; María José González Sanavia¹; Óliver Martín Martín²; María del Carmen Martínez Rincón¹; Alfonso Meneses Monroy¹; Samir Mohamedi Abdelkader¹; Guillermo Moreno Muñoz¹; Elena Orgaz Rivas¹; Ana Belén Rivas Paterna¹; Emilio Vargas-Castrillón³; Enrique Pacheco del Cerro¹

Resumen. Las estrategias educativas tradicionales se vieron afectadas durante la pandemia COVID-19, lo que implicó la búsqueda de alternativas basadas en el uso de recursos digitales. El acceso a los contenidos educativos en plataformas virtuales ha supuesto que, tras la incorporación de la presencialidad, siga siendo una alternativa sumamente adoptada. Sin embargo, esta situación puede estar favoreciendo el absentismo en las aulas, lo que supone un empobrecimiento de la adquisición de contenido, que queda reflejado en un elevado porcentaje de suspensos en asignaturas como Farmacología en el Grado de Enfermería. Esto sugiere buscar nuevas metodologías que favorezcan la participación y el desarrollo de competencias y autonomía del alumno.

¹ Departamento de Enfermería, Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, Universidad Complutense de Madrid.

² Biblioteca, Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, Universidad Complutense de Madrid.

³ Departamento de Farmacología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid. Servicio de Farmacología Clínica - Hospital Clínico San Carlos, IdISSC.

Se diseñó un estudio de intervención de un grupo único de alumnos repetidores de la asignatura de Farmacología en el curso 2022-2023 que recibieron seminarios *online* basados en una metodología de aprendizaje activo que denominamos Effective Learning Strategy (ELS). Se grabaron contenidos de la asignatura en videos de una hora y se introdujeron preguntas relacionadas con el contenido a través de la herramienta del campus virtual H5P. Los alumnos podían visualizar los vídeos y contestar a las preguntas en cualquier momento. Se administraron una serie de cuestionarios *online* para medir estrategias de aprendizaje (Escala ACRA), apoyo social percibido (Escala Multidimensional del Apoyo Social Percibido), autoeficacia (Escala General de Autoeficacia), percepción de estrés académico (Cuestionario de Estrés Académico), así como datos sociodemográficos (sexo, edad y situación laboral, estado civil). En total 106 repetidores de la asignatura de Farmacología participaron de la metodología. Se elaboraron un total de siete vídeos. Los vídeos recibieron un número de visualizaciones desde 26 hasta 111. Los cuestionarios fueron completados por un total de 19 participantes, 18 mujeres y 1 varón. De ellos 17 solteros y 2 casados. Del total 8 trabajaban y 11 solo se dedicaban al estudio. En este artículo se representan los resultados obtenidos en algunos ítems del cuestionario de estrategias de aprendizaje. En conclusión, bajo ELS los alumnos repetidores han recibido formación online con una alta participación en la visualización.

Palabras clave: estudiantes de enfermería; aprendizaje activo; aprendizaje *online*; H2P.

1. Introducción

El proceso de aprendizaje requiere que el alumno participe no solo de manera pasiva como receptor de contenidos sino como actor principal de su propio aprendizaje, canalizado a través de la gestión del docente [1]. El cambio en el sistema educativo impuesto por la pandemia por COVID-19, permitió implementar una estrategia educativa activa basada en el uso de las plataformas virtuales y en el desarrollo de competencias digitales. Sin embargo, las estrategias activas de aprendizaje podrían crear absentismo en el aula dado que el alumno accede a los contenidos y dispone de foros donde se intercambia información sobre posibles preguntas de los exámenes, lo que puede generar que el alumno no vea rentable asistir a clases y seminarios [2]. Si bien se ha

estimado que los niveles de inasistencia oscilan entre el 10 y el 35%, la percepción de los docentes de la Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) es creciente respecto al absentismo, especialmente tras la incorporación presencial del alumnado en el sistema educativo [2], [3]. Esto puede estar generando colateralmente un empobrecimiento de la adquisición de contenido, que queda plasmado en algunas asignaturas con un alto porcentaje de suspensos [4], como es el caso de la asignatura de Farmacología en el Grado en Enfermería. En los últimos años, el número de repetidores en asignaturas del Grado de Enfermería ha ido incrementando. Esto nos obliga como docentes a buscar nuevas metodologías que permitan continuar con la participación activa en el proceso de aprendizaje, desarrollo de competencias, pero al mismo tiempo una mejora en la dirección de este aprendizaje autónomo para permitir la consolidación de conocimientos [5].

Para ello, se planteó la realización de un estudio para analizar si una nueva metodología de aprendizaje basada en el aprendizaje activo, la atención consciente y repetición de contenidos mejoraba la adquisición de conocimientos en alumnos de enfermería repetidores de la asignatura Farmacología. El objetivo de este estudio se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar los contenidos de la asignatura donde los alumnos obtuvieran notas más bajas o no respondan.
2. Desarrollar un contenido a través de videos con preguntas y espacios para cumplimentar a través del Campus Virtual.
3. Evaluar elementos relacionados con el aprendizaje (ej: estrategias de aprendizaje, estrés académico, etc.).

2. Material y métodos

2.1. Diseño

Diseño experimental de intervención de un grupo único con alumnos de enfermería de primero, repetidores de la asignatura de Farmacología, en el curso 2022-2023, de enero a junio de 2023. Este grupo recibió seminarios *online* basados en un aprendizaje activo, denominado Effective Learning Strategy (ELS), en el cual se grabaron los contenidos en videos de una hora y se in-

trodujeron preguntas relacionadas con el contenido a través de la herramienta del campus virtual H5P. Los alumnos podían visualizar los vídeos y contestar a las preguntas en cualquier momento.

2.2. Variables

Se administraron una serie de cuestionarios *online* para medir estrategias de aprendizaje, apoyo social percibido, autoeficacia, percepción de estrés académico, así como datos sociodemográficos (sexo, edad y situación laboral, estado civil). Las características de los instrumentos empleados se detallan a continuación:

- Estrategias de aprendizaje: medidas a través de la Escala ACRA. Un instrumento diseñado para la evaluación de las mismas (Román y Gallego, 1994). Consta de 44 ítems. Está sustentada en la teoría cognitiva y constituida por 3 dimensiones (Estrategias cognitivas y presencial de aprendizaje, estrategias de apoyo al aprendizaje y hábitos de estudio). Cuenta con adecuados índices de fiabilidad, $\alpha = 0.88$. Se evalúa mediante una escala tipo Likert con 4 opciones de respuesta (1 = nunca, 2 = algunas veces, 3 = casi siempre y 4 = siempre) [6].
- Autoeficacia: medida mediante la Escala General de Autoeficacia (Schwarzer & Jerusalem, 1995). La escala está integrada por 10 ítems que se valoran a través de una escala Likert de cuatro puntos. En muestras de 23 naciones se ha registrado un alfa de Cronbach (α) entre 0.76 y 0.90 y se ha confirmado una estructura unidimensional. Las opciones de respuesta son: 1 = Nunca, 2 = Pocas veces, 3 = Muchas veces, 4 = Siempre [7].
- Apoyo social percibido: se administró la Escala Multidimensional del Apoyo Social Percibido–Multidimensional Scale of Perceived Social Support (MPSS) (Zimet, 1988). Se trata de un instrumento de 12 ítems que recogen información sobre la percepción del individuo del nivel de apoyo social recibido en tres áreas: familia, amigos y otras personas significativas. Cada ítem se valora con una escala tipo Likert (de 1 = Totalmente desacuerdo, al 7 = Totalmente de acuerdo). Esta escala presenta adecuados índices psicométricos, siendo su consistencia

interna global 0.89 y para cada una de las subescalas: familia (0.89), amigos (0.92) y personas relevantes (0.89) [8].

- Percepción de estrés académico: se administró la Escala de Estresores Académicos del Cuestionario de Estrés Académico (ECEA) (Cana-bach, valle, Rodríguez y Piñeiro, 2008), en su versión más reciente (Cababach, 2016). Se trata de un instrumento para evaluar el estrés académico percibido mediante el grado en el que los principales estresores académicos influyen en los estudiantes universitarios. La escala está constituida por 54 ítems agrupados en 8 dimensiones (Deficiencias metodológicas del profesorado, sobrecarga académica del estudiante, creencias sobre el rendimiento académico, intervenciones en público, clima social negativo, exámenes, carencia de valor de los contenidos y dificultades de participación). Cada uno de los ítems se evalúa mediante una escala Likert de 5 puntos (1 = nunca, 2 = alguna vez, 3 = bastantes veces, 4 = casi siempre y 5 = siempre). La escala cuenta con muy buenos índices psicométricos (alfa total de la escala de 0.96, oscilando los factores entre 0.79 y 0.93) [9].

2.3. Análisis estadístico

Se utilizó la herramienta estadística SPSS para llevar a cabo los procedimientos de análisis de datos. Se utilizó estadística descriptiva por medias con desviación estándar (DE) para variables cuantitativas y frecuencias absolutas y relativas (%) para variables cualitativas.

2.4. Consideraciones éticas y legales

La información personal de los participantes se anonimizó utilizando códigos numéricos para garantizar la confidencialidad. La recopilación de datos tuvo lugar entre octubre y diciembre de 2022, y las encuestas se realizaron de forma anónima en línea utilizando Formularios de Google. Los datos resultantes se transcribieron en una base de datos SPSS (v. 25.0) utilizando los códigos de identificación anónimos usados previamente para cada participante. En todo momento se siguieron los términos de la Declaración de Helsinki sobre Investigación Biomédica en Seres Humanos. A cada estudiante se le entregó

un formulario de encuesta, y un consentimiento por escrito que detallaba el carácter voluntario y anónimo del estudio, el cual también fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad.

3. Resultados

En total 106 repetidores de la asignatura de Farmacología participaron de la metodología. Se identificaron una serie de temas que en los últimos años habían recibido las calificaciones más bajas de la asignatura y se elaboraron un total de 7 vídeos con la herramienta H5P abordando esas temáticas (Tabla 1).

Tabla 1. Temas elaborados en vídeos H5P

Vídeo 1 - Farmacocinética / Farmacodinámica
Vídeo 2 - Insulinas
Vídeo 3 - Farmacología del SNA
Vídeo 4 - Antidiabéticos orales
Vídeo 5 - Antibióticos betalactámicos
Vídeo 6 - Vasodilatadores 1
Vídeo 7 - Vasodilatadores 2

Los vídeos recibieron un número de visualizaciones desde 26 hasta 111 (Figura 1).

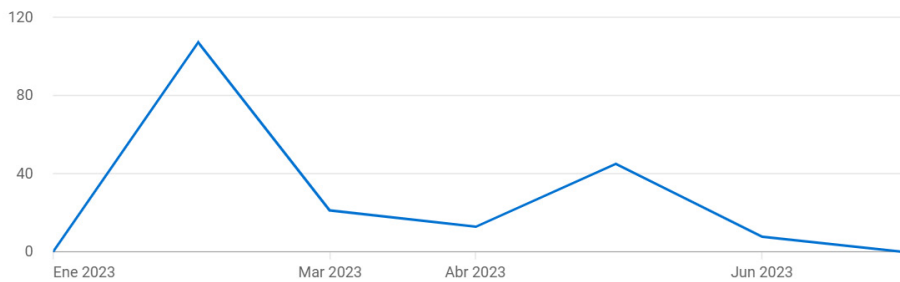


Figura 1. Número de visualizaciones obtenidas en los vídeos de enero a junio de 2023.

Los cuestionarios fueron completados por un total de 19 participantes, 18 mujeres y 1 varón. De ellos 17 solteros y 2 casados. Del total 8 trabajaban y 11 solo se dedicaban al estudio (Figura 2).

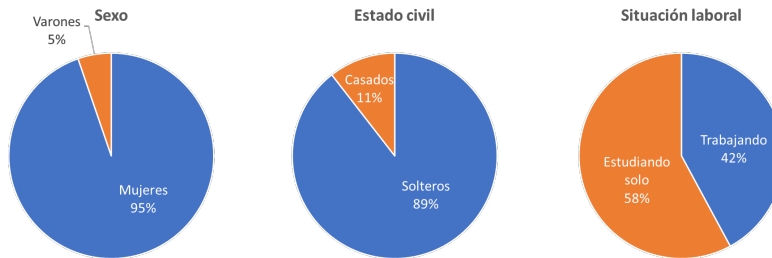


Figura 2. Datos sociodemográficos de los participantes

En la tabla 2 se recogen algunas de las principales estrategias de aprendizaje en los alumnos repetidores.

Tabla 2. Principales estrategias de aprendizaje medidas con la escala ACRA

Dedico un tiempo de estudio a memorizar, sobre todo, los resúmenes, los esquemas, mapas conceptuales.	Estudio para ampliar mis conocimientos, para saber más, para ser más experto.
Empleo los subrayados para facilitar la memorización.	Me esfuerzo en el estudio para sentirme orgulloso de mí mismo.
He pensado sobre lo importante que es organizar la información.	Animo y ayudo a mis compañeros para que obtengan el mayor éxito posible en las tareas escolares.
Frente a un problema o dificultad considero, en primer lugar, los datos que conozco antes de aventurarme a dar una solución intuitiva.	Al comenzar a estudiar una lección, primero la leo toda por encima.

En la tabla 3 se recogen algunos de los principales estresores académicos.

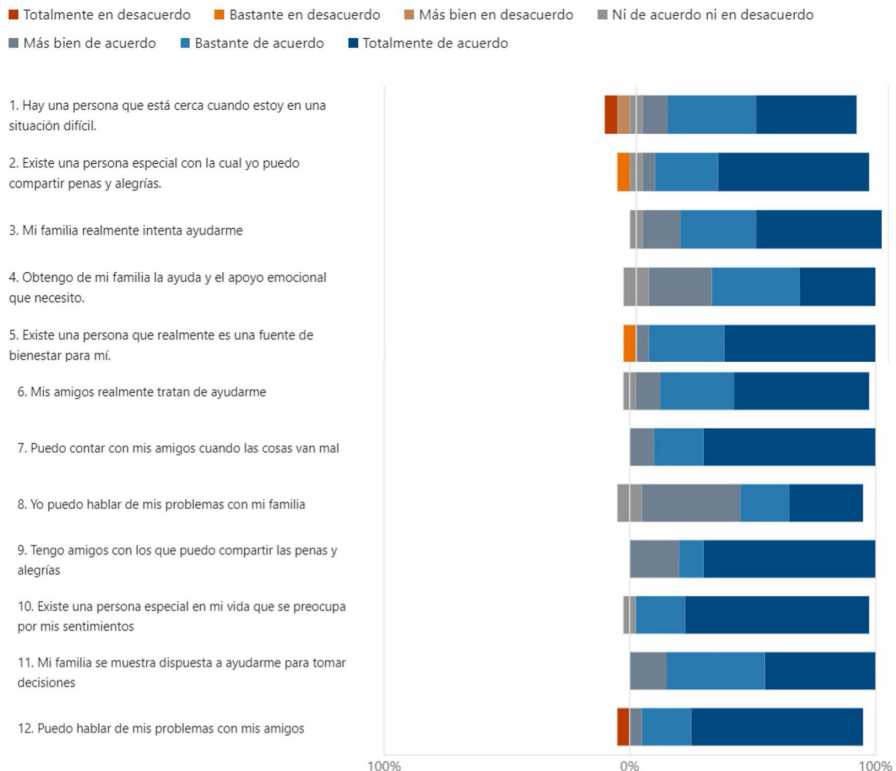
Tabla3. Principales motivos y momentos de estrés académico entre alumnos repetidores (Escala ECEA)

Cuando tengo exámenes.	Cuando existe una clara falta de coherencia entre los contenidos de las distintas materias.
Cuando se acercan las fechas de los exámenes.	Porque los resultados obtenidos en los exámenes no reflejan, en absoluto, mi trabajo anterior de preparación.

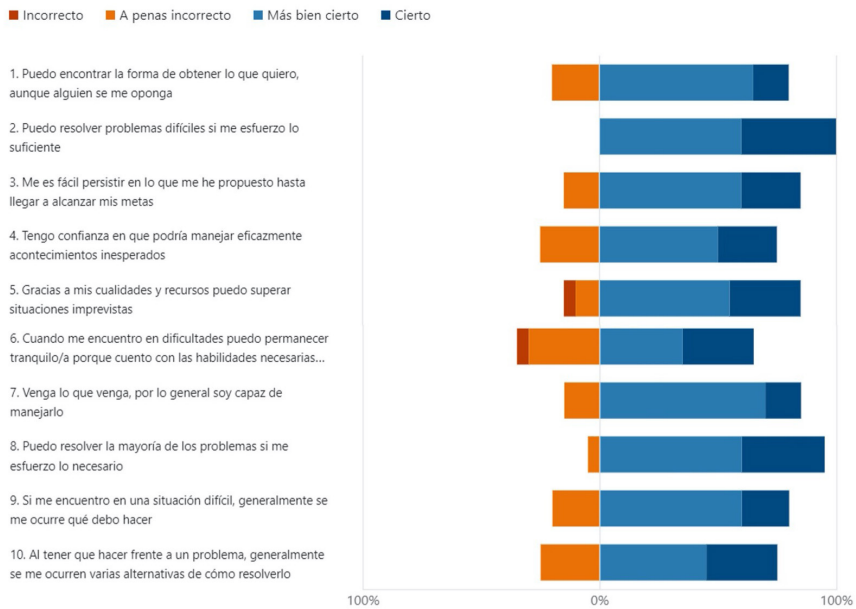
Cuando no me queda claro como he de estudiar una materia.	Por el escaso tiempo del que dispongo para estudiar adecuadamente las distintas materias.
Cuanto no tengo claro qué exigen en las distintas materias.	Porque no dispongo de tiempo para dedicarme a las materias todo lo necesario.
Cuando el profesor plantea exámenes claramente incongruentes con lo estudiado/enseñado.	

Los resultados de los niveles de apoyo social y autoeficacia se recogen en la Figura 3.

Figura 3. Nivel de apoyo social percibido y autoeficacia percibida en alumnos repitidores de enfermería



a.



b.

4. Conclusiones

Bajo ELS los alumnos repetidores han recibido formación *online* con una alta participación en la visualización. Futuros estudios con mayores muestras y diseños más robustos deberán llevarse a cabo para caracterizar el impacto de intervenciones educativas con la herramienta H5P para mejorar la adquisición de conocimientos en alumnos de grado.

Agradecimientos

A los alumnos de enfermería de la Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología por su colaboración en esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Cabanach, Ramón G., Antonio Souto-Gestal y Victoria Franco. 2016. “Escala de Estresores Académicos para la evaluación de los estresores académicos en estudiantes universitarios”. *Revista Iberoamericana de Psicología y Salud* 7, nº 2: 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.rips.2016.05.001>.
- Carangui-Minchala, Juana Rosario, Darwin Gabriel García-Herrera y Juan Carlos Erazo-Álvarez. 2021. “Ausentismo estudiantil a encuentros virtuales en tiempos de pandemia COVID-19”. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía* 6, nº 3: 182. <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i3.1309>.
- De la Fuente Arias, Jesús y Fernando Justicia Justicia. 2003. “Escala de estrategias de aprendizaje ACRA-Abreviada para alumnos universitarios”. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa y Psicopedagógica* 1, nº 2: 20. http://www.investigacion-psicopedagogica.org/revista/articulos/2/espagnol/Art_2_16.pdf <http://www.redalyc.org/pdf/2931/293152877008.pdf>.
- Ledesma, Viviana. 2011. “El cambio de paradigma educativo y sus repercusiones en las instituciones de educación superior”. *Revista Electronica de Desarrollo de Competencias* 1, nº 7: 6-31. <http://redec.utralca.cl/index.php/redec/article/view/56/59>.
- Méndez-Suárez, Mariano y Natividad Crespo-Tejero. 2021. “Impact of Absenteeism on Academic Performance under Compulsory Attendance Policies in First to Fifth Year University Students”. *Revista Complutense de Educacion* 32, nº 4: 627-37. <https://doi.org/10.5209/RCED.70917>.
- Muñoz Ayala, Alicia Adela del Carmen. 2016. “Factores de absentismo a clases, referidos por los estudiantes del Plan de Formación Innovado de la carrera de Enfermería, durante el primer semestre Año 2015”.
- Schwarzer, Ralf, Matthias Jerusalem y Marie Johnston. 1995. “Generalized Self-Efficacy Scale”. no. January.
- Zimet, Gregory D., Nancy W Dahlem, Sara G Zimet y Gordon K Farley. 1988. “The Multidimensional Scale of Perceived Social Support”. *Journal of Personality Assessment* 52: 30-41. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa5201_2.
- Zúñiga Arbalti, Felipe Andrés, Sergio Castillo Suazo, Claudio Aguayo Tapia, Oliberto Sánchez Ramos, Alexis Salas Burgos, Lilian Hernández Montes y Valeska Alejandra Ormazábal Valladares. 2017. “Utilización de aprendizaje basado en equipos, como metodología activa de enseñanza de farmacología para estudiantes de Enfermería”. *Revista Cubana de Educacion Medica Superior* 31, nº 1: 78-88.

Introducción de temas avanzados de tratamiento de datos en los laboratorios informáticos de la asignatura de primer curso «Laboratorio de Física»

Daniel Sánchez Parcerisa¹

Resumen. El curso «Laboratorio de Física» incorpora sesiones informáticas para enseñar análisis de datos con Excel y MATLAB. La última sesión incluye ejercicios avanzados voluntarios, con alta participación y éxito, demostrando un enfoque efectivo que destaca por su flexibilidad y apoyo a través de plantillas en grupos pequeños.

Palabras clave: análisis de datos; ejercicios voluntarios; Laboratorio de Física; Monte Carlo; métodos computacionales.

1. Introducción

La asignatura de «Laboratorio de Física», correspondiente al primer curso del Grado en Física, cuenta dentro de su programa con una carga importante en análisis de datos y estadística. Además de las clases teóricas y de las prácticas experimentales en laboratorio, en el programa de la asignatura se incluyen seis sesiones en sala de informática, de 1,5h de duración cada una, donde se enseña a los alumnos la metodología básica de análisis de datos mediante Microsoft Excel y MATLAB.

Para la última sesión de informática del curso 2022/23, cubiertos los contenidos necesarios para el análisis de datos básico al nivel de la asignatura, se plantea una serie de ejercicios voluntarios, de dificultad incremental, que permiten, por un lado, servir como ejemplo visual para los contenidos teóricos de la asignatura y, por otro, ampliar conocimientos, para los alumnos más

¹ Departamento de Estructura de la Materia, Física Térmica y Electrónica. Universidad Complutense de Madrid.

avantajados, respecto a técnicas avanzadas de análisis de datos que se tratan en cursos superiores de grado y máster. de temas avanzados de tratamiento de datos en los laboratorios informáticos de la asignatura de primer curso «Laboratorio de Física».

2. Descripción de la metodología empleada

Se plantean tres bloques de ejercicios libres de dificultad incremental, dos de ellos correspondientes a la parte avanzada del temario del curso y un tercero con contenidos de la asignatura de máster «Computational Physics», todos ellos relacionados con los métodos de Monte Carlo, a realizar por los alumnos de forma independiente durante el tiempo de clase, con asistencia del profesor. Los ejercicios son de carácter voluntario y sin impacto en la nota final, y se deja libertad a los alumnos para escoger el lenguaje de programación para su implementación (MATLAB / Excel / Python), proporcionándose cabeceras guía para todos ellos.

Los distintos bloques de ejercicios consisten en:

1. Generación de números aleatorios según una distribución uniforme y cálculo de estadísticos sobre los mismos, como aplicación de la ley de los grandes números.
2. Generación de tiempos aleatorios de desintegración de una molécula radiactiva mediante el método de *inverse transform sampling*.
3. Utilización del método de *bootstrapping* para la generación de conjuntos de datos simulados, incluyendo la estimación de parámetros de regresión a un ajuste lineal con sus respectivas incertidumbres, teniendo en cuenta las incertidumbres en X e Y.

3. Resultados obtenidos

Al ser una clase de asistencia obligatoria, la asistencia a la misma es del 100%. El 100% de los alumnos completan de forma satisfactoria el bloque 1, y la gran mayoría de ellos completan también el bloque 2 de forma satisfactoria. Aproximadamente la mitad de los alumnos llegan a intentar el tercer bloque, con un porcentaje aproximado de un 25% de los alumnos entregando

soluciones satisfactorias. La experiencia despierta un enorme interés por parte de los estudiantes, ampliando algunos de ellos conocimientos mediante tutorías sucesivas.

La asignatura cuenta con un rendimiento excelente por parte de los alumnos (>95% de aprobados en 1ª convocatoria, y 100% en 2ª) y fue valorada de forma excelente en las encuestas Docentia, haciendo referencia en algunos casos a la experiencia aquí planteada.

El uso de prácticas autoguiadas permitió no solamente despertar interés en los alumnos y afianzar sus conocimientos sino, en un buen porcentaje de casos, ampliarlos. Esta ampliación permite no solamente cubrir contenidos que se tratarán en cursos superiores de grado y máster, también aumentar las habilidades de tratamiento de datos de los estudiantes transversales a toda su formación.

4. Reflexión sobre los resultados obtenidos

La inclusión de clases prácticas de tratamiento de datos, instaurada por la coordinación de la asignatura hace algunos años, da respuesta a una debilidad identificada, entre algunos alumnos, en competencias TIC básicas. Contra lo que podría, quizá, esperarse de un alumnado que pertenece a una generación de *nativos digitales*, se detectaron carencias en algunas habilidades como uso de hojas de cálculo, tratamiento de archivos de datos o creación de gráficas. Las clases de laboratorio de tratamiento de datos, en las que se enmarca esta experiencia, pretenden dar respuesta a estas carencias y homogeneizar el nivel de los estudiantes de primer curso. Además, los grupos de clase, de unas 50 personas, se dividen en dos subgrupos para estas actividades, permitiendo un trato más personalizado.

Plantear un ejercicio de entrega voluntaria, con contenidos de ampliación de temario, para una última sesión de clase (antes de los exámenes finales) parecía una actividad destinada al fracaso. Sin embargo, los estudiantes tuvieron un desempeño excelente y mostraron un gran interés. Algunos de los posibles motivos de este éxito son los siguientes:

- La asignatura resulta muy interesante a los estudiantes: en las encuestas Docentia fue valorada con una puntuación de 8.43, donde 1 significa *nada interesante* y 10 significa *muy interesante*. Obviamente, en

una asignatura que causa interés, es más fácil llevar a cabo este tipo de actividades.

- Permitir a los estudiantes elegir el lenguaje de programación que usan para una actividad puede tener efectos muy positivos: se minimiza el tiempo necesario para empezar a trabajar (ya que los alumnos utilizan sistemas que conocen), y además permite a los estudiantes valorar las distintas opciones e incluso *equivocarse* en esta elección, aprendiendo de esta forma a tomar una decisión informada sobre el lenguaje de programación a utilizar para futuros proyectos.
- Proporcionar plantillas acorta el tiempo de trabajo y evita frustraciones (no me compila) que interfieren con el aprendizaje. Esto puede realizarse mediante herramientas tipo Jupyter Notebooks o similares, o simplemente proporcionando cabeceras para los ejercicios planteados.
- Tener grupos pequeños (<25 estudiantes) para trabajar con el alumnado permite trabajar con prácticas autoguiadas con poca o ninguna explicación inicial, usando *checkpoints* intermedios para el control individual del progreso de los estudiantes por parte del profesor.

Este modelo de trabajo de ampliación de conceptos mediante prácticas autoguiadas ha sido utilizado en otras asignaturas de máster.

Referencias bibliográficas

- Sánchez-Parcerisa, Daniel y José Manuel Udías. 2018. «Teaching treatment planning for protons with educational open-source software: experience with FoCa and matRad». *Journal of Applied Clinical Medical Physics* 19(4): 302-306.
- Squires, Gordon L. 2001. *Practical Physics*. Reino Unido: Ed. Cambridge University Press.

