



Editorial

La Revista Española de Ciencias Farmacéuticas dedica este monográfico a recoger la actividad científica que se ha generado dentro del ámbito de la I Jornada de Innovación Docente-RADIF (Red de Apoyo entre Docentes e Innovación Educativa de la Facultad de Farmacia) celebrada en Sevilla el 14 de junio de 2024. En esta Jornada se han presentado los proyectos desarrollados por los profesores noveles y por el personal docente e investigador en el ámbito de la innovación docente desarrollada en la Facultad de Farmacia posibilitando la creación de un lugar de encuentro, reflexión y aprendizaje en torno a la docencia universitaria. La Jornada ha tenido como finalidad promover el intercambio de experiencias e iniciativas y se ha centrado en tres ejes temáticos: aprendizaje activo y prácticas, TICs y gamificación y, por último, aprendizaje-servicio. El proyecto RADIF que ha sido concedido por el V Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla ha abordado un programa de formación docente desde distintos puntos de vista, pedagógico, administrativo y de gestión, permitiendo establecer una red de mentores para el profesorado novel que ha contribuido a su crecimiento como docentes.

Sevilla, junio de 2024.

El Comité Editorial

Índice

	Pág.
Política editorial	VII
Tipos de artículos	VII
Información para los autores / (Normas de publicación)	IX
Consejo Editorial, Comité Editorial y Comité Científico	XI

Artículos

ABP: Un manual de casos clínicos como soporte para la docencia de Microbiología y Parasitología Clínica en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla

BPL: A manual of clinical cases as a teaching resource for Clinical Microbiology and Parasitology in the Faculty of Pharmacy of the University of Seville

Eloísa Pajuelo, Miguel Ángel Caviedes, Carolina Sousa, Rocío Callejón, Antonio Zurita, Patricia Pérez-Palacios 1-8

Innovación docente en Física Aplicada antes y durante la pandemia COVID-19

Teaching Innovation in Applied Physics before and during the pandemic COVID-19

Grueso EM, Giráldez-Pérez RM 9-15

Inteligencia Artificial en la Fisiología: beneficios y desafíos según la valoración del alumnado

Artificial Intelligence in Physiology: benefits and challenges according to student evaluations

Vázquez-Carretero MD, Argüelles S, Calonge ML, Cano M, Carrascal L, Carreras O, Fontán-Lozano A, Gallego-López MdC, González-Serna MA, Mate A, Nogales F, Núñez-Abades P, Ojeda ML, Peral MJ, Reyes-Goya C, Romero-Herrera I, Santana-Garrido A, Vázquez CM y García-Miranda P 16-24

Actividades complementarias para el aprendizaje y refuerzo de la Toxicología en los estudiantes mediante el abordaje de temas de actualidad

Complementary activities for the learning and reinforcement of Toxicology in students by addressing current issues

Diez-Quijada L, Guzmán-Guillén R, Prieto AI, Pichardo S, Jos A, Cameán AM, Cascajosa-Lira A, Casas-Rodríguez A, Plata-Calzado C, Puerto M. 25-34

El Aula Invertida como Estrategia para mejorar la Asistencia a Clases de Contactología I

Flipped Classroom as a Strategy to Improve Attendance in Contactology I Lessons

Serrano-Morales, JM. 35-42

Gamificación y realidad virtual: Implementación en el laboratorio analítico.

Gamification and virtual reality: Implementation in the analytical laboratory.

Lobo-Prieto A, Díaz-Montaña EJ, Baca-Bocanegra B, Nogales-Bueno J, Tena N, Jara-Palacios MJ, Aparicio-Ruiz R, Orta MM, Hernanz D, Morales MT 43-52

La inteligencia artificial como herramienta para la mejora en el proceso de aprendizaje

Artificial intelligence as a tool for the improvement of the learning process

Linares V, Casas M, Aguilar-de-Leyva A 53-59

Introducción a los Servicios Profesionales Farmacéuticos Asistenciales en el último curso del Grado en Farmacia

Introduction to Clinical Professional Pharmacy Services in Community Pharmacy in the last year of Bachelor's degree in Pharmacy

Monedero Perales MC, Pérez Guerrero C, Calderón Montaña JM, Talero Barrientos E, Alvarez de Sotomayor M. 60-68

Posibilidades del empleo de la confección de videos documentales en la docencia universitaria: el caso de la Historia de la Farmacia y la Legislación Farmacéutica

Possibilities of using documentary video production in university teaching: the case of the History of Pharmacy and Pharmaceutical Legislation.

Ruiz-Altaba R, Ramos-Carrillo A 69-76

Aprendizaje con Wooclap como herramienta de mejora y dinamización

Learning with Wooclap as a teaching tool for improvement and dynamization

Sánchez-Fidalgo S, Morales-Marín F, García-Cabrera E, Quintero-Flórez A, Morillo-García A, Béjar-Prado LM 77-83

MicroMundo@Sevilla: La lucha contra la resistencia a los antibióticos continúa

MicroMundo@Sevilla: The fight against antibiotic resistance continues

de la Haba RR, Sánchez-Porro C 84-93

Aula Invertida en el Aprendizaje Activo de la Química Analítica

Flipped Classroom as Active Learning of Analytical Chemistry

Díaz-Montaña EJ, Lobo-Prieto A, Baca-Bocanegra B, Nogales-Bueno J, Tena N, Jara-Palacios MJ, Aparicio-Ruiz R, Orta-Cuevas MM, Hernanz D, Morales MT 94-102

Jornadas de Nanotecnología: Incorporación de actividades de diseño de medicamentos para la integración de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales

Nanotechnology Conferences: Incorporation of drug design activities for the integration of conceptual, procedural and attitudinal contents

Fernández-Muñoz B, Álvarez-Fuentes J 103-111

Un MinuTikTok de Fisiología

A MinuTikTok of Physiology

González-Serna MA, Vázquez-Carretero MD, García-Miranda P, Cano M, Calonge ML, Nogales-Bueno F, Núñez-Abades P, Carrascal L, Argüelles S, Romero-Herrera I, Gallego-López MdC, Fontán-Lozano A, Mejías-Estévez R, Reyes-Goya C, Santana- Garrido A, Peral MJ, Vázquez CM, Carreras O, Ojeda ML, Mate A. 112-117

Revisando la salud visual de nuestros mayores. Un enfoque innovador docente basado en la práctica Taking care of elders' visual health: An innovative teaching approach based on practice. Ponce-García V, García-Romera MC	118-125
Experiencia de Innovación Docente en el módulo de Toxicología de la asignatura Laboratorio de Farmacia Teaching Innovation Experience in the Toxicology Module of the Pharmacy Laboratory Course Casas-Rodríguez A, Guzmán-Guillén R	126-131
Uso del aula invertida y la gamificación como herramientas para la mejora docente en la asignatura Toxicología Forense Use of flipped classroom and gamification as tools for teaching improvement in the subject Forensic Toxicology Plata-Calzado C, Díez-Quijada L	132-138
Invertir el aula de Fisicoquímica Flipped Classroom in Physical Chemistry Márquez I, Baca-Bocanegra B	139-150
Nuevo instrumento de evaluación para las prácticas de Microbiología del Grado en Farmacia New Assessment Instrument for Microbiology practices in the Pharmacy Degree Ruiz-Carnicer Á, González-Rovira M, Amaral F	151-158
Implementación de la clase invertida en la enseñanza de Microbiología: una propuesta de innovación educativa Implementation of flipped classroom in Microbiology teaching: an innovative educational proposal González-Rovira, M, Ruiz-Carnicer, Á, Sánchez-Hidalgo, M	159-165

REVISTA ESPAÑOLA DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS

POLÍTICA EDITORIAL

La REVISTA ESPAÑOLA DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS (nombre abreviado según norma ISO-4: *Rev Esp Cienc Farm* y acrónimo RESCIFAR) es una revista científica internacional de carácter multidisciplinar en el ámbito de la Farmacia. Aceptará para su estudio y evaluación, trabajos originales, no publicados ni remitidos simultáneamente a otras publicaciones, que se refieran a los distintos aspectos relacionados con el medicamento y los productos sanitarios. Concretamente, aceptará estudios sobre medicamentos, su análisis, aplicaciones en Farmacia Hospitalaria o comunitaria, Farmacia Clínica, Atención Farmacéutica, Farmacoterapia, Tecnología Farmacéutica, Microbiología, Nutrición, Legislación y Gestión, Historia, Farmacia asistencial, Industria Farmacéutica, Distribución, etc.

Es la revista científica oficial del Real e Ilustre Colegio Oficial de Farmacéuticos de Sevilla, con periodicidad semestral (junio y diciembre), de manera ininterrumpida. Acepta manuscritos en español e inglés.

La revista publica, artículos originales, originales breves, casos clínicos, revisiones completas, mini revisiones y comunicaciones breves. Las lecciones de aprendizaje, comentarios y cartas al director también pueden ser considerados para su publicación. También se podrán incluir fe de erratas y retractaciones. La revista RESCIFAR se adhiere a las recomendaciones de uniformidad para manuscritos enviados a revistas biomédicas elaboradas por el Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, cuyo texto oficial se encuentra disponible en: <http://www.icmje.org/recommendations/>

Todos los manuscritos presentados para su publicación serán sometidos inmediatamente a una revisión por pares (*peer-review journal*), por los miembros del Consejo Editorial y con evaluadores externos. Los autores obtendrán información sobre el artículo, aceptación, revisión o rechazo

en un tiempo máximo de 60 días tras la recepción del trabajo.

La revista RESCIFAR se reserva el derecho de admitir publicidad comercial relacionada con diferentes aspectos de las Ciencias de la Salud, si lo cree oportuno.

TIPOS DE ARTÍCULOS

Revisiones. Estos artículos proporcionan un resumen exhaustivo de temas de interés general de amplio alcance para los científicos farmacéuticos. Se incluirán bajo esta tipología los estudios bibliométricos, las revisiones sistemáticas, los metaanálisis y las metasíntesis. Deben estar estructurados en los siguientes apartados: Introducción, Métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones. La extensión máxima del artículo será de 5000 palabras y se admite un número máximo de 10 tablas y figuras. Tendrán un máximo de 100 referencias bibliográficas. Además, debe aparecer un resumen estructurado de no más de 500 palabras (en inglés y español). Se incluirán un mínimo de 3 palabras clave y un máximo de 6 (en inglés y español).

Originales. Son descripciones completas de resultados experimentales y / o teóricos significativos y originales que se ajustan al alcance de RESCIFAR. Se requiere que los manuscritos sean escritos de manera clara y concisa y que incluyan únicamente datos relevantes para llegar a sus conclusiones finales. Deben estar estructurados en los siguientes apartados: Introducción, Material y Métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones. Preferiblemente, los manuscritos no deben exceder las 5000 palabras de texto y un total de 8 figuras y / o tablas. Los datos extra experimentales y / o teóricos en forma de figuras y tablas se deben depositar en Información Suplementaria. Los trabajos originales incluirán un resumen estructurado de 300 palabras como máximo (en inglés y español). Se recomienda un máximo de 40 referencias bibliográficas. Ade-

más, incluirán un mínimo de 3 palabras clave y un máximo de 6 (en inglés y español).

Originales breves. Trabajos de las mismas características que los originales, pero que pueden ser publicados de forma abreviada por la concreción de sus objetivos y resultados. La extensión máxima del texto será de 2000 palabras, con un máximo de 3 tablas o figuras (para las normas de tablas y figuras véase más adelante). La estructura de estos trabajos será la misma que la de los originales, con un resumen estructurado de 150 palabras (en inglés y español) y 20 referencias bibliográficas como máximo. Además, incluirán un mínimo de 3 palabras clave y un máximo de 5 (en inglés y español).

Comunicaciones breves. Se trata de publicar resultados preliminares experimentales y/o teóricos significativos y originales que se ajustan al alcance de la revista. Los resultados deben ser de suficiente importancia, originalidad e interés general para justificar la publicación acelerada. Se les pide a los autores que escriban sus manuscritos de manera clara y concisa y que incluyan solo datos cruciales para llegar a sus conclusiones finales. No deben exceder las 2000 palabras de texto y un total de 4 figuras y/o tablas. Los datos extra experimentales y / o teóricos en forma de figuras y tablas se deben depositar en Información Suplementaria.

Casos clínicos. Esta sección tiene como objeto comunicar experiencias de práctica profesional en los diversos ámbitos de la salud pública y la farmacia, que contengan componentes novedosos y relevantes para el ejercicio profesional. La extensión máxima del texto será de 1200 palabras y como máximo se admitirán 2 tablas o figuras. Además, tendrán un máximo de 10 referencias bibliográficas. No es necesario que el texto se estructure formalmente, pero deberá guardar la lógica narrativa (introducción, desarrollo de la experiencia, conclusiones) e incluir un resumen de 150 palabras como máximo y un mínimo de 3 palabras clave y un máximo de 6 (en inglés y español).

Lecciones de aprendizaje. Son artículos cortos (600 palabras) que proporcionan a los autores un medio para informar a otros científicos sobre

temas críticos, experiencias y observaciones, cuyas descripciones no serían apropiadas para un artículo de investigación, comunicación, nota, comentario o revisión típica. Los ejemplos incluyen, entre otros, información clave sobre un problema de fabricación imprevisto, conocimiento acumulado para el desarrollo de un método analítico o de formulación dada.

Cada artículo será revisado directamente por un editor con experiencia en el área científica relevante. Debido a que cada uno de estos artículos representa la opinión personal, la experiencia y/o las percepciones del autor, no se requieren datos (si bien, podrían incluirse) ni es necesario divulgar la identidad de un medicamento determinado. Los artículos pueden contener hasta tres referencias clave.

Comentarios. Se presentan los comentarios de salud en su globalidad, así como comentarios de temas especiales (solo por invitación), considerando opiniones de los autores sobre temas científicos o técnicos dentro del alcance de RESCIFAR. Si el Comentario critica el contenido de un Artículo o Nota publicada en la revista, los autores del artículo original tendrán la oportunidad de presentar un Comentario de “respuesta” y un Comentario “crítico”. Los autores interesados en preparar este tipo de aportación, deben proporcionar un breve resumen al Editor, solicitando invitaciones para enviar manuscritos en esta categoría.

Cartas al director. Esta sección pretende incluir de manera prioritaria observaciones científicas y de opinión formalmente aceptables sobre trabajos publicados en fecha reciente en la revista, o sobre otros temas relevantes y actuales sobre salud pública y la farmacia. La extensión máxima será de 700 palabras, y se admitirán una tabla o figura y hasta 5 referencias bibliográficas. Se dará oportunidad de réplica a los autores del trabajo comentado.

Reseñas de libros. Son textos objetivos de personas que han leído y analizado el libro y exponen de manera crítica un resumen de la obra así como los principales aspectos, tanto positivos y negativos. También debe incluir los datos técnicos y la valoración crítica. Máximo de 900 palabras.

Fe de erratas y retractación. Si se encuentran errores en el documento publicado, el autor debe enviar una corrección del error al Editor Jefe para su publicación en la Sección de Erratas de la revista. También se publicarán retractaciones cuando se ha detectado algún tipo de fraude en la preparación o en los resultados de una investigación publicada. La retractación del manuscrito será comunicada a los autores y a las autoridades o la directiva de la institución a que pertenezcan.

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES / NORMAS DE PUBLICACIÓN

Cada trabajo, en función del tipo de artículo anteriormente expresado, deberá estar estructurado según se ha comentado. El trabajo debe presentarse de acuerdo con la plantilla que se encuentra en la web de la revista.

Los artículos se enviarán en castellano, por ser el idioma oficial de la revista; no obstante, también se aceptarán artículos en inglés.

Durante la elaboración del manuscrito podrán añadirse abreviaturas, las cuales serán previamente identificadas y especificadas en su primera aparición. Se recomienda el uso de abreviaturas comunes en el lenguaje científico. No se permitirá el uso de abreviaturas en el título ni el resumen, únicamente en el cuerpo principal del manuscrito. Se deberá hacer especial hincapié en la expresión correcta y adecuada de las unidades de medida. Las palabras en latín o en otros idiomas deben ponerse en cursiva. Para asegurar que todos los caracteres especiales utilizados estén incrustados en el texto, deben insertarse como un símbolo en un formato de estilo que no lo pierda tras la conversión del texto a PDF/XML u otros procesos de maquetación. Las ecuaciones químicas, nombres químicos, símbolos matemáticos, unidades de medidas, concentraciones y unidades de física y química deben ajustarse al sistema internacional de unidades (SI) y al *Chemical Abstracts* o IUPAC. Todas las mediciones deben ser rotuladas solo en SI.

Los manuscritos se presentarán de acuerdo con el siguiente orden y estructura:

Título

Los títulos adquieren gran importancia, ya que deben describir adecuadamente el contenido del trabajo. Su redacción debe ser breve, clara e informativa sobre los contenidos del manuscrito (máximo 120 caracteres sin espacios). Deben evitarse símbolos, fórmulas o abreviaturas arbitrarias, excepto símbolos químicos para indicar la estructura de los compuestos. El título debe proporcionarse en castellano y en inglés.

Autores

A continuación, se debe especificar el nombre y apellidos de cada uno de los autores teniendo en cuenta la forma de firma para indexación en bases de datos internacionales (véase <http://www.accesowok.fecyt.es/>) y según la firma bibliográfica de cada autor. Se identificará la afiliación de los autores con números arábigos en superíndice, remitiendo al nombre de la institución, departamento o centro, y el país al que pertenecen. Se incluirá el correo electrónico del autor de correspondencia.

Resumen y palabras clave

• Resumen

El resumen, que debe redactarse en castellano y en inglés, deberá incluirse en los originales, en las revisiones y en los originales breves. Tendrá una extensión máxima de 300 palabras. Es aconsejable que incluya, al menos, los siguientes apartados: objetivos, métodos, resultados y conclusiones. En él deberá quedar plasmado el problema y el enfoque experimental y establecer los principales hallazgos y conclusiones. No se pueden usar notas al pie o abreviaturas indefinidas.

• Palabras clave

Se proporcionarán de 3 a 6 palabras clave, en castellano y en inglés, que reflejen el contenido científico del manuscrito.

Además de facilitar la indexación de artículos, nuestro sistema de palabras clave ayuda en la asignación de revisores cualificados para el manuscrito.

Texto y cuerpo del manuscrito con sus diferentes apartados

Introducción. Debe fundamentar el estudio mediante exposición de los antecedentes y resumiendo su marco, sin necesidad de revisar de manera exhaustiva el tema. Se debe finalizar con una exposición clara del objetivo del trabajo. Se incluirán sólo aquellas referencias estrictamente necesarias según criterios de actualidad y relevancia en relación con los fines del estudio.

Material y Métodos. Es la parte fundamental y más crítica del manuscrito. Los procedimientos experimentales deben describirse con suficiente detalle para permitir que otros repitan los experimentos.

En el caso de trabajos de investigación en laboratorio, deben incluirse los nombres de productos y fabricantes, con ciudad y país. Los nuevos procedimientos experimentales deben describirse en detalle, pero los procedimientos publicados deben referirse meramente a la bibliografía que cita las modificaciones originales y publicadas. Cuando se trate de trabajos experimentales en que se hayan utilizado grupos humanos, hay que especificar el lugar, la población del estudio por sexo y edad, y el momento de su realización. Debe especificarse el proceso para la selección de los sujetos o los fenómenos estudiados, incluyendo la información necesaria acerca del diseño, los procedimientos, los instrumentos de medida y los métodos de análisis empleados. Esta sección debe incluir información suficiente para que otros/as autores/as puedan replicar el trabajo.

La investigación con animales, los autores deben indicar si los procedimientos seguidos están de acuerdo con las normas establecidas en la octava edición de la Guía para el cuidado y uso de animales de laboratorio (grants.nih.gov/grants/olaw/Guide-for-the-care-and-use-of-Laboratory-animals/), publicado por la *National Academy of Sciences*, *The National Academies Press*, Washington, DC).

Asimismo, los manuscritos que contienen datos generados a partir de estudios en animales y/o humanos, se debe especificar el comité y la institución que aprobó los protocolos experimentales

utilizados para generar estos datos y, en todo caso, si se han respetado los acuerdos de la Declaración de Helsinki en su revisión de octubre del año 2000, elaborada por la Asociación Médica Mundial (<http://www.wma.net/>). No deben utilizarse los nombres ni las iniciales de las personas que hayan participado formando parte de la muestra estudiada.

Resultados. Deben ser claros, concisos y bien explicados. Las tablas y figuras deben estar diseñadas para maximizar la presentación y la comprensión de los datos experimentales. Se recomienda no repetir información de las tablas o gráficos en el texto.

Como regla general, la interpretación de los resultados debe reservarse para la sección de discusión; no obstante, en algunas circunstancias puede ser conveniente combinar los resultados y la discusión en una sola sección.

Discusión. La finalidad de esta sección es interpretar los resultados y relacionarlos con el conocimiento existente en el campo de la manera más clara y breve posible. Deben señalarse las fortalezas y limitaciones del estudio, y comentar sus posibles implicaciones en la interpretación de los resultados.

La información dada en otra parte del manuscrito no debe repetirse en la discusión y se deben evitar extensas revisiones de la literatura.

Conclusiones. Se deberán destacar los aspectos más importantes de los datos obtenidos de forma breve y con mensajes directos.

Bibliografía. Se incluirán las citas que hayan sido utilizadas en la elaboración del manuscrito y que quede constancia de ellas en el texto. Deberán ser ordenadas según su aparición en el texto y ser incluidas dentro del mismo entre paréntesis y con números arábigos. Las referencias seguirán estrictamente las normas de Vancouver. Cada trabajo citado deberá tener un número único asignado por estricto orden de citación. Aunque una obra sea citada en más de una ocasión, mantendrá el mismo número en todas las referencias.

Tablas. Se recomienda la tabulación de los resultados experimentales cuando ello conduce a una presentación más efectiva o a un uso más económico del espacio.

Las tablas se numerarán con números arábigos consecutivamente de acuerdo con su aparición en el texto y se deben citar dentro de este.

Cada tabla será incluida en una página en solitario y deberá ser numerada de forma correlativa a su aparición en el texto con números arábigos (Tabla 1, Tabla 2,...) y un título breve, pero suficientemente explicativo, en su parte superior. Cada columna de la tabla ha de tener un breve encabezado. Se incluirán las necesarias notas explicativas a pie de tabla, y dentro de la tabla las llamadas irán con letras minúsculas en superíndice y en orden alfabético (a, b...).

En la plantilla se indicará claramente la ubicación de cada una de las tablas.

Figuras. Tanto gráficos como fotografías, dibujos o esquemas se consideran figuras. Estas no deben repetir datos ya presentados en el texto o en las tablas. Las leyendas de las figuras se incluirán al pie. Las figuras se identificarán con números arábigos que coincidan con su orden de aparición en el texto. Los autores deben asegurarse de citar las figuras dentro del texto. Las leyendas y los pies de las figuras deberán contener información suficiente para poder interpretar los datos presentados sin necesidad de recurrir al texto. Para las notas explicativas a pie de figura se utilizarán llamadas con letras minúsculas en superíndice y en orden alfabético (a, b...). Deben presentarse cada una en una página por separado.

En la plantilla se indicará claramente la ubicación de cada una de las figuras.

Opcionalmente, se podrá incluir al final de la plantilla los siguientes apartados:

Agradecimientos. Esta sección debe reconocer el apoyo de financiación, la asistencia técnica, el asesoramiento científico, material o equipamiento proporcionado.

Contribuciones de los autores.

Financiación.

Conflicto de interés.

CONSEJO EDITORIAL

El Consejo Editorial estará formado por el Comité Editorial y el Comité Científico.

El Comité Editorial se responsabilizará de la administración general de la publicación, así como de establecer la política y estrategia de la revista con el fin de lograr una posición significativa en la Sociedad.

Estará formado por presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y 4 vocales.

El Comité Científico se encargará de gestionar el proceso de revisión de los manuscritos recibidos, tutelar la calidad de los trabajos publicados y mantener adecuadas relaciones con la comunidad científica.

Estará formado por 4 Editores Jefe y un número de Editores que oscilará entre un mínimo de 20 y un máximo de 40 personas.

COMITÉ EDITORIAL

Presidente: Jaime Román Alvarado
Vicepresidenta: Macarena Pérez Ruiz
Secretaria: Rosalía García Arista
Vicesecretaria: Nuria Muñoz Muñoz
Tesorera: Cristina Montes Berriatúa
Vocal: María Álvarez de Sotomayor Paz
Vocal: Manuel Sánchez Polo
Vocal: Pablo Morell Gutiérrez
Vocal: Ana Isabel Nieto Masa
Vocal: María Ángeles de Rojas Álvarez

COMITÉ CIENTÍFICO

Editores Jefe

Esteban Moreno Toral
Antonio María Rabasco Álvarez
Antonio Ramos Carrillo
María de Lourdes Moreno Amador

Editores

María Isabel Baena Parejo
Antonio Blanes Jiménez
Ana María Cameán Fernández
Antonio Campos Garrido
Enrique Contreras Macías
Fernando Caro Cano
Jesús Cruz Vázquez
Santiago Cuéllar Rodríguez
Antonio de Miguel Albarreal
María de la Matta Martín
María Teresa Díaz Carmona
Enrique Jacobo Díaz Montaña
María Domínguez Barragán
María Ferraro Mena
Augusto González Borrego
Antonio Isacio González Bueno

Francisco José González Minero
María Luisa González Rodríguez
Francisco González Sanabria
Belén Gómez Verastegui
Ana Herranz Alonso
María Dolores Herrera González
Gema Herrerías Esteban
Julián Laínez Troya
Celina Lamas
Manuel Machuca González
José Manuel Manzanares Olivares Santiago
Montesinos Fabrique
María Nieto Jiménez
Juan Núñez Valdés
Domingo Ortega López
Santiago D. Palma
Manuel Posada de la Paz
Claudio J. Salomón
Gonzalo Sánchez León
Matilde Sánchez Reyes
Joaquín Sayago Massoni
Halil Tekiner
Antonia J. Velasco Godoy
Antonio Ventosa Ucero
Francisco Zaragoza García

Edita: Real e Ilustre Colegio Oficial de Farmacéuticos de Sevilla

Maquetación y producción: Comunica Imagen

Edición: Electrónica

Depósito Legal: SE-1252-2020

ISSN: 2660-6356

Originales Breves

ABP: Un manual de casos clínicos como soporte para la docencia de Microbiología y Parasitología Clínica en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla

BPL: A manual of clinical cases as a teaching resource for Clinical Microbiology and Parasitology in the Faculty of Pharmacy of the University of Seville

Eloísa Pajuelo^{1*}, Miguel Ángel Caviedes¹, Carolina Sousa¹, Rocío Callejón¹, Antonio Zurita¹, Patricia Pérez-Palacios²

¹Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla. c/ Profesor García González, 2, 41012, Sevilla.

²Unidad de Gestión Clínica de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica, Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, Avda. Doctor Fedriani, s/n, 41009, Sevilla.

* Correspondencia: epajuelo@us.es

Recibido 2 de julio de 2024, aceptado 17 de julio de 2024.

Resumen: La asignatura de Microbiología y Parasitología Clínica impartida en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla (US) está orientada a la formación del futuro farmacéutico en el diagnóstico de muestras clínicas relacionadas con infecciones microbianas y parasitarias. La materia de Microbiología y Parasitología Clínica cubre una formación teórica y práctica, junto a otras actividades como conferencias invitadas, gamificación, etc. La formación se completa con la resolución de casos clínicos aplicando los conocimientos adquiridos (ABP: aprendizaje basado en la resolución de problemas). Estas actividades son posiblemente, las más desafiantes para el alumnado, ya que requieren una comprensión profunda de la materia, la capacidad de relacionar conceptos y la aplicación transversal de los conocimientos adquiridos. En este trabajo presentamos los resultados de un proyecto de innovación docente, financiado por el IV Plan Propio de Docencia de la US, centrado en la elaboración de un Manual de Casos Clínicos de Microbiología y Parasitología Clínica, resueltos, que puedan servir de base a los estudiantes para optimizar sus resultados en el examen. Han participado en este proyecto los profesores que imparten esta materia y profesionales del ámbito sanitario, en particular, de la Unidad de Gestión Clínica de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica del Hospital Universi-

tario Virgen Macarena de Sevilla. Su experiencia ha aportado realidad y veracidad a los casos clínicos, que no son solo supuestos teóricos, sino casos reales avalados por la experiencia clínica con pacientes. El Manual de Casos de Microbiología y Parasitología Clínica en edición bilingüe, cuya publicación se está realizando actualmente en colaboración con el Servicio de Publicaciones de la US, fomentará la internacionalización y visibilidad del material docente creado y podría ser incorporado a los recursos electrónicos de la US. Además, puede servir como guía o recurso docente para otras instituciones. Por otra parte, destacamos la mejora en la calificación académica de los alumnos que han participado en esta actividad de ABP, que ha sido optativa durante este curso.

Abstract: The subject of Clinical Microbiology and Parasitology taught at the Faculty of Pharmacy of the University of Seville (US) is aimed at training future pharmacists in the diagnosis of clinical samples corresponding to microbial and parasitic infections. The subject of Clinical Microbiology and Parasitology covers theoretical and practical training, along with other activities such as guest lectures, gamification, etc. Training is complemented with the resolution of clinical cases applying the knowledge acquired (PBL: problem-solving based learning). These activities are perhaps among the most difficult for students since they require a complete understanding of the subject, relating concepts and applying knowledge transversally. In this work we present the results of a teaching innovation project, financed with the US Teaching Plan, focused on the development of a Manual of Cases of Clinical Microbiology and Parasitology. Cases are presented and solved, therefore they that can serve as a basis for students to optimize their exam results. Teachers of the Microbiology and Parasitology Department have been involved in this project, together with professionals from the Division of Infectious Diseases and Microbiology of the University Hospital Virgen Macarena in Seville. Her experience has brought reality and veracity to the clinical cases, which are not just theoretical assumptions, but real cases supported by clinical experience with patients. The Manual of Cases in Clinical Microbiology and Parasitology in bilingual edition, which is currently being produced in collaboration with the US Publications Service, will promote the internationalization and visibility of the teaching material created and could be incorporated into the electronic resources of the US. In addition, it can serve as a guide or teaching resource for other institutions. On the other hand, we highlight the improvement in the academic scores of the students who have participated in the BPL activity, which was optional this last course.

Palabras clave: Microbiología Clínica, Parasitología Clínica, Diagnóstico, ABP, Casos Clínicos, Manual bilingüe.

Keywords: Clinical Microbiology, Clinical Parasitology, Diagnostic, PBL, Clinical Cases, Bilingual Manual.

1. Introducción

La asignatura de Microbiología y Parasitología Clínica se imparte en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla tanto en el Grado en Farmacia, como en el Doble Grado en Farmacia y Óptica y Optometría, en el 5º curso en ambos casos. Se trata de una asignatura especializada orientada a la formación del farmacéutico en el diagnóstico de las muestras clínicas procedentes de infecciones microbianas y parasitarias. Para poder acceder a este conocimiento con solvencia, los alumnos han cursado antes una serie de asig-

naturas previas en los diferentes Grados en las áreas de Microbiología (Biología, Microbiología, Ampliación de Microbiología y la optativa Microbiología Aplicada) y Parasitología (Parasitología y la optativa Fauna y Salud).

Además de estas materias de las áreas de Microbiología y Parasitología, los alumnos de ya han cursado en este momento una serie de materias de otras áreas como Fisiología, Fisiopatología e Inmunología cuyos contenidos les aportan conocimientos necesarios para la interpretación de los casos clínicos.

La materia de Microbiología y Parasitología Clínica cubre una formación teórica y práctica, con un total de 6 créditos, de los cuales 4,4 son teóricos y 1,6 son prácticos. El programa académico incluye contenidos esenciales en el contexto actual como son métodos clásicos de diagnóstico de enfermedades infecciosas, así como nuevos métodos moleculares e inmunológicos para la detección e identificación de los agentes etiológicos responsables de estas infecciones. El Programa Docente de la asignatura se divide en 4 bloques, los dos primeros correspondientes al área de conocimiento de Microbiología Clínica y los dos segundos a la de Parasitología Clínica:

PROGRAMA DE MICROBIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA CLÍNICA

- BLOQUE 1: Fundamentos y métodos en el laboratorio de Microbiología Clínica.
- BLOQUE 2: Diagnóstico de enfermedades infecciosas por aparatos y sistemas.
- BLOQUE 3: Conceptos básicos en Parasitología Clínica.
- BLOQUE 4: Diagnóstico y tratamiento de enfermedades parasitarias por aparatos y sistemas.

Las prácticas de laboratorio constituyen una parte importante de las horas presenciales de docencia, así como de las competencias que adquieren los alumnos. Con el apoyo de un cuaderno de prácticas y de las explicaciones de los profesores, los estudiantes llevan a cabo el trabajo experimental que incluye el análisis microbiológico y parasitológico de sus propias muestras clínicas. En el proceso, registran la metodología utilizada, las condiciones experimentales y los resultados obtenidos. Finalmente, el profesor revisa e interpreta junto con el alumno el significado de los resultados de las prácticas.

La formación se completa, además, con actividades como la resolución de casos clínicos como un ejemplo del aprendizaje basado en problemas (ABP). En estas sesiones se les plantean casos teóricos de diagnóstico microbiológico o parasitológico de distintos aparatos y sistemas, los cuales tienen que resolver aplicando los conocimientos adquiridos [1]. Se suelen realizar durante las últimas clases ya que estas actividades implican haber impartido la

mayor parte de la materia para integrar de forma adecuada todos los conocimientos adquiridos de forma transversal. Estas actividades resultan bastante complicadas para algunos estudiantes ya que requieren un conocimiento integral de la materia, la capacidad de relacionar conceptos de diferentes temas del contenido y la aplicación transversal de los conocimientos adquiridos. En este sentido, y como se ha comentado previamente, es fundamental la formación progresiva e integral que van adquiriendo los estudiantes a lo largo de las diferentes materias del Grado, ya que para la resolución e interpretación de los casos ha de tener conocimientos previos de otras asignaturas.

Para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, y en el contexto del uso de metodologías variadas que potencien la comprensión y el estudio de la materia, se han implementado a lo largo de los últimos años una variedad de herramientas docentes. Entre estas se incluyen, la invitación de conferenciantes del ámbito hospitalario, gamificación, y el uso de plataformas virtuales como Farmaling, entre otras. Algunos de estos proyectos de innovación docente se resumen en la Figura 1.

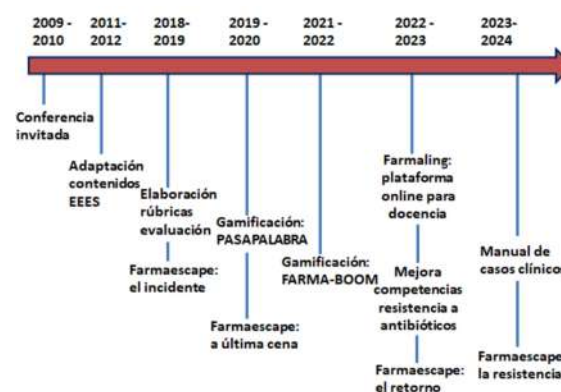


Figura 1. Proyectos de innovación docente desarrollados en relación con la asignatura de Microbiología y Parasitología Clínica.

En ellos se han abordado actividades diferentes, desde la adaptación de los contenidos y de la metodología de la asignatura al EEES (Espacio Europeo de Educación Superior), organización de conferencias invitadas (como la impartida en 2011 por el Dr. José Carlos Palomares, profesor de Microbiología del Hospital Universitario Virgen de Valme, Sevilla) o realización de activida-

des de gamificación como los proyectos PASA-PALABRA y FARMA-BOOM (Figura 1).

En lo que se refiere a la evaluación de la materia, se evalúan separadamente los contenidos de Microbiología Clínica y de Parasitología Clínica, debido a los diferentes objetos de estudio y metodologías de ambas áreas. Hay que constatar también que la participación de ambas áreas en los créditos de la asignatura no es igualitaria, de modo que, en función de las horas de docencia, a la parte de Microbiología Clínica le corresponden 6 puntos de la nota final y a la parte de Parasitología Clínica le corresponden 4 puntos. En cuanto a la contribución de las actividades ABP en esta nota, en el área de Parasitología Clínica, la resolución de los casos clínicos es obligatoria y está incluida en el examen. Por el contrario, en el área de Microbiología Clínica, durante el curso 2023-24 la resolución del caso clínico se hizo como una actividad de evaluación continua el último día de clase, siendo por tanto opcional. Para aquellos alumnos que estaban en clase y la realizaron, suponía un valor de hasta 2 puntos extra sobre la nota del examen (10 + 2), siempre que el examen llegase a un mínimo de 5 puntos.

En este contexto, las calificaciones obtenidas en las tres convocatorias anuales muestran buenos resultados, con una tasa de éxito que varía entre el 60 y el 70 % dependiendo de la convocatoria y los grupos (Tabla 1).

Tabla 1. Estadística de los resultados de la asignatura Microbiología y Parasitología Clínica en el Grado en Farmacia durante el curso académico 2022-23.

Convocatoria	Alumnos en Acta	Alumnos Presentados	Tasa de Éxito	Tasa de Rendimiento
TERCERA	73	34,25 %	60 %	20,55 %
PRIMERA	280	81,07 %	63,44 %	51,43 %
SEGUNDA	141	50 %	46,47 %	23,40 %

Sin embargo, siempre existe un margen de mejora tanto de las calificaciones y las competencias adquiridas por los estudiantes, como de la asistencia a las clases, un problema endémico de la universidad. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto ha consistido en la elaboración de un Manual de Casos de Microbiología y Parasitología Clínica que pueda ser utilizado y consultado por los alumnos, de modo que les permita afrontar de modo más seguro la resolución de los casos clínicos propuestos en los exámenes.

Por otra parte, hemos hecho un análisis de cómo ha influido la resolución del caso clínico en la nota final obtenida por los alumnos frente a aquellos que no lo han realizado (puesto que se trata de una actividad adicional o complementaria).

2. Metodología

2.1. Búsqueda bibliográfica de manuales o casos clínicos en Microbiología y Parasitología

Al objeto de conocer los recursos docentes disponibles en cuanto a la docencia de Microbiología y Parasitología clínica, se ha realizado una búsqueda de manuales de casos clínicos de Microbiología y Parasitología, tanto en español como en inglés [1, 2]. También se han consultado recursos disponibles online que presentan una variedad de casos clínicos resueltos para la consulta de los alumnos [3, 4].

2.2. Selección y elaboración de los casos clínicos

La selección de los casos clínicos que componen el manual se ha realizado en base a dos criterios: a) actualidad y relevancia de los casos en nuestra Comunidad Autónoma, y b) importancia desde el punto de vista docente y de la formación clínica de los estudiantes.

2.3. Actividades ABP en clase

Las actividades ABP se realizaron en hora de clase y se anunciaban con antelación en la propia clase. Se suelen realizar en la parte final de la materia, cuando ya se han impartido los conocimientos básicos. En la parte de Microbiología Clínica se han realizado 3 casos clínicos en clase antes del caso clínico evaluable en la nota final. Se han elegido tres enfermedades infecciosas de diferentes

sistemas (tracto urinario, tracto respiratorio y una ETS). Se planteaba en clase el caso clínico -con sus imágenes si era necesario- y se resolvía en la clase en voz alta con la participación de todos los alumnos, ayudados cuando hacía falta por los profesores. Se les permitía en ese momento consultar sus apuntes, internet, etc. Se hacía una discusión conjunta del caso y se les daban las recomendaciones necesarias para que pudiesen contestar adecuadamente el caso clínico del examen. Por lo tanto, los alumnos que asistían a clase conocían perfectamente la dinámica de los casos clínicos y cómo contestarlos.

2.4. Evaluación del impacto en las calificaciones

Se ha comparado el resultado académico de los estudiantes que han realizado la actividad ABP antes y después de computar esta actividad. Por otra parte, se han comparado los resultados con las calificaciones de los estudiantes que no han realizado la actividad.

3. Resultados

3.1. Elaboración de los casos clínicos

Se han seleccionado 6 casos clínicos de Microbiología y otros 6 de Parasitología. En ambos casos, se trata de casos representativos de infecciones o brotes epidémicos que se han producido recientemente en nuestra Comunidad o causados por microorganismos o parásitos de especial relevancia clínica por su elevada incidencia, morbilidad y/o mortalidad. En este sentido, ha sido valiosísima la colaboración de profesionales del ámbito sanitario, en particular, de la Unidad de Gestión Clínica de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica del Hospital Universitario Virgen Macarena de Sevilla. Su experiencia ha aportado realidad y veracidad a los casos clínicos, que no son solo supuestos teóricos, sino casos reales avalados por la experiencia clínica con pacientes.

Cada caso clínico comienza con el planteamiento de un supuesto de un paciente que acude a la consulta de un médico con una enfermedad infecciosa o parasitaria. Se aportan datos de la sintomatología de la enfermedad y, en ocasiones, otros datos relevantes como viajes, actividades profesionales de riesgo, etc. Fundamentalmente

se consignan datos microbiológicos o parasitológicos para que el estudiante pueda resolver las cuestiones que se le plantean. Eventualmente, se acompaña el texto de imágenes que proporcionan información adicional como tinciones, cultivos, sistemas de identificación, etc., de forma similar a otras publicaciones disponibles [2].

Las cuestiones planteadas se centran sobre todo en el protocolo de diagnóstico, que es la actividad desarrollada por los farmacéuticos en el campo de los análisis clínicos. En particular, los estudiantes deben responder cuál es el sitio anatómico y la muestra más adecuada que se debe tomar y cómo se transportaría al laboratorio clínico para asegurar su viabilidad. Posteriormente, deben discutir cuáles son las tinciones u otros procedimientos más adecuados para el análisis de esa muestra.

Con respecto a los casos de Microbiología Clínica es fundamental que respondan y conozcan el medio que debe utilizar para el cultivo de los microorganismos, así como sus requerimientos de atmósfera u otros. Una vez obtenidos los cultivos puros, se deben identificar los microorganismos, por lo que es necesario conocer los sistemas de identificación disponibles, tanto los métodos tradicionales basados en pruebas bioquímicas, como otros más actuales (PCR, MaldiToF, secuenciación de genomas, etc.). La última fase del diagnóstico es la realización del antibiograma, para poder recomendar los antimicrobianos más adecuados para esa infección en particular.

Respecto a los casos de Parasitología Clínica, es fundamental que el alumno, atendiendo al historial del paciente, sepa las técnicas parasitológicas más adecuadas en cada caso, indicando la técnica de concentración más apropiada atendiendo a la sensibilidad y contraindicaciones en el análisis coprológico parasitario para evitar falsos negativos. Además, en los casos de parasitosis hemotisulares, deberá conocer las diferentes etapas de los ciclos biológicos para saber qué tipo de muestra y técnica parasitológica es la más apropiada en cada caso. Junto a ello, deberán conocer las técnicas inmunológicas y moleculares disponibles actualmente para la identificación de los parásitos.

Finalmente, los estudiantes deben conocer cómo se elabora el informe final de resultados del diagnóstico microbiológico o parasitológico.

Todas estas cuestiones están planteadas en cada uno de los casos clínicos y resueltas convenientemente.

3.2. Influencia de las actividades de ABP en las calificaciones finales de los alumnos de Microbiología y Parasitología Clínica

La Figura 2 muestra la influencia de la realización de los casos clínicos sobre la calificación de la parte de Microbiología Clínica en la primera convocatoria. Se ha comparado, por una parte, la nota general de todos los estudiantes sin sumar la nota del caso clínico y después de sumar la nota de este (datos que corresponden a los puntos 1 y 2 de la Figura 1). La comparativa ha arrojado un resultado promedio de 5,5 puntos en la parte de Microbiología Clínica para los estudiantes que no han realizado el caso y de 5,8 puntos promedio en aquellos que sí lo han realizado, puesto que como hemos dicho era opcional y se realizó en clase el último día como una actividad de evaluación continua. Estos datos se refieren a la nota global de la parte de Microbiología Clínica, es decir a la suma del examen puntuado sobre 10 más el caso clínico puntuado sobre 2 puntos (solo en el caso de examen aprobado con un 5). Este resultado podría parecer poco relevante, pero los datos cambian mucho cuando no se consideran los datos globales, sino que se analizan, por un lado, los estudiantes que no han realizado el caso clínico y solo entregaron su examen (nota media del examen de 4,6 puntos en la parte de Microbiología Clínica, correspondiente al punto 3 de la Figura 1) con los que sí lo han realizado (nota media del examen de 7,1 puntos en la parte de Microbiología Clínica, punto 4º de la Figura 1). Sobre esta nota de examen, los alumnos que entregaron el caso clínico subieron 0,7 puntos extra en promedio de 2 puntos posibles, de modo que la calificación final de estos estudiantes fue de 7,8 puntos como término medio, como muestra el punto 5 de la Figura 1. Por lo tanto, el caso clínico hizo subir las notas de los estudiantes que lo realizaron de 7,1 puntos a 7,8 puntos (alrededor de un 10 %).

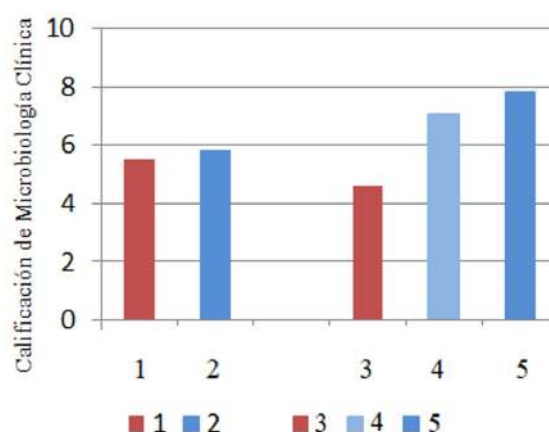


Figura 2. Comparación de las calificaciones de Microbiología Clínica de los alumnos que han realizado o no el caso clínico. 1. Calificación promedio de todos los alumnos en la nota final de Microbiología Clínica. 2. Aumento de la calificación promedio global de Microbiología Clínica tras considerar el caso clínico. 3. Calificación promedio de todos los alumnos que no han realizado el caso clínico (solo nota del examen). 4. Calificación promedio de todos los alumnos que sí han realizado el caso clínico (solo nota del examen). 5. Calificación final promedio de todos los alumnos que sí han realizado el caso clínico (incluyendo la nota del examen y el caso clínico).

Esto significa que los estudiantes que lo realizaron coinciden con los que desde el principio obtuvieron mejores notas. Estos estudiantes, o muchos de ellos, asistieron a clase asiduamente y llevaban un control constante de la asignatura, participando en las clases y respondiendo las cuestiones que se planteaban en las mismas. Esta afirmación está basada en la experiencia de los profesores respecto de los alumnos que asisten a clase, pero no disponemos realmente de datos concretos acerca de la asistencia a clase, puesto que no es obligatoria, no se registra nominalmente ni se computa en la evaluación de la asignatura.

En general, se puede decir que el proyecto ha permitido mejorar las notas de los alumnos más comprometidos con la asignatura, aumentando las diferencias con aquellos que han decidido no realizar esta actividad.

4. Discusión

La introducción de actividades de resolución de casos prácticos dentro del denominado Aprendizaje Basado en la resolución de Problemas (PBL) permite la adquisición de competencias tanto transversales (capacidad para aplicar la teoría a la práctica, desarrollar un espíritu analítico de los métodos establecidos, capacidad de análisis y síntesis, etc.), como específicas de la materia (conocer las bases teóricas de la organización y funcionamiento de los laboratorios de Microbiología y Parasitología Clínica, conocer la peligrosidad de los diferentes agentes etiológicos, conocer y comparar los principales métodos de diagnóstico de enfermedades infecciosas y parasitarias humanas, etc.).

En este sentido, la elaboración de este manual viene a llenar un hueco en la docencia de la asignatura de Microbiología y Parasitología Clínica que se imparte en la Facultad de Farmacia de la US. Si bien se dispone de manuales de casos clínicos en Microbiología y Parasitología Clínica [3, 4], y además, en sus ediciones más recientes, los textos incluyen capítulos específicos sobre casos clínicos, nuestro manual presenta tres características que lo diferencian de los demás. Por una parte, está en edición bilingüe, por lo que puede tener difusión entre la comunidad hispanohablante de profesores y estudiantes de Microbiología y Parasitología Clínica. Muchos de los manuales de los que se dispone están en inglés. Por lo tanto, uno de los valores de la publicación puede ser la internacionalización y dar mayor visibilidad al manual de casos clínicos, ya que este libro en formato bilingüe podría ser incorporado a los recursos electrónicos de la US y ser consultado por estudiantes de otros centros que puedan estar interesados, tanto estudiantes provenientes de Iberoamérica como de otras partes del mundo. También puede servir como guía o recurso docente para profesores de asignaturas de Microbiología y Parasitología Clínica de otras facultades o centros de Formación Profesional de Grado Superior.

Por otra parte, muchos de los casos seleccionados se relacionan con situaciones reales que han ocurrido en las áreas hospitalarias de nuestra Comunidad Autónoma, tratándose de enfermedades

relevantes en nuestro ámbito. Junto a ellas se han incluido otras generales o de especial importancia para la formación de los estudiantes. En relación a este punto, una de las fortalezas de esta actividad ha sido la colaboración entre los profesores de la asignatura, con gran experiencia en proyectos anteriores de innovación docente, unido a su compromiso. Otra fortaleza es la participación de personal externo a la universidad, en concreto del ámbito hospitalario, que tiene una gran experiencia clínica. Todo ello ha aportado veracidad y credibilidad a los casos clínicos propuestos, junto a datos epidemiológicos y otras consideraciones, por ejemplo, las actuaciones que se llevan a cabo más frecuentemente en la práctica clínica.

Finalmente, el planteamiento de los casos clínicos está hecho desde el punto de vista del diagnóstico. De hecho, mucha de la literatura que existe está enfocada desde el punto de vista del médico, centrada en la clínica de la enfermedad, patología y sintomatología, epidemiología, etc. En nuestro caso, el planteamiento se centra en el procesamiento de las muestras, más que en el paciente, ya que el farmacéutico en su labor de analista clínico recibe directamente estas para su procesamiento, sin tener contacto con el paciente.

Actualmente, estamos realizando la edición final del texto para su publicación a través del Servicio de Publicaciones de la US y el recurso electrónico se alojará en la página web de la Biblioteca de la US y en la Unidad de Bibliometría de la US (catálogo FAMA).

De cara a los resultados académicos, podemos decir que la realización del caso clínico (opcional en el examen de Microbiología Clínica y obligatorio en el caso de Parasitología Clínica) supuso un incremento promedio de las calificaciones de alrededor de un 10 %. Es de resaltar también que los alumnos que han realizado el caso clínico eran los que después obtuvieron unas mejores calificaciones en el propio examen, independientemente de la nota de la actividad ABP. Esto puede ser debido a que estos alumnos siguieron la materia de forma continuada, asistiendo a clase diariamente, participando en la misma y realizando las actividades que se les proponían. No es novedad que el seguimiento continuado de las mate-

rias es la mejor garantía de éxito en los exámenes, pero en la realidad, esto contrasta con el elevado absentismo en las clases. Estas actividades pueden ser también un acicate para incrementar la asistencia.

5. Perspectivas futuras

El año próximo se va a utilizar el manual que estamos elaborando en clase para que los alumnos puedan consultarlo y mejorar las calificaciones, sobre todo de aquellos que no conocen la dinámica de cómo se resuelven los casos clínicos por no asistir a clase.

Por otra parte, este primer manual ha sido elaborado por los profesores de la materia en colaboración de profesionales del ámbito sanitario. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que los propios estudiantes, en una actividad en grupo y bajo la supervisión de los profesores, puedan elaborar casos algunos clínicos para que los resuelvan otros compañeros. Esta actividad supone un conocimiento profundo de la materia y es un ejemplo de clase invertida, algo que tanto se está extendiendo últimamente en el campo de la innovación docente.

Referencias bibliográficas

1. Holton J, Brink N, Chiodini P, Bendall R. Problems in Medical Microbiology. Blackwell Science, LTD. Oxford, Great Britain. 1995.
2. Gillespie S, Bamford K. Medical microbiology and infection at a glance. John Wiley & Sons. 4ª Edición. 2012.
3. Duke University Medical School. Pathology Learning Resources: Microbiology Cases. 2014 Pathology WebSite. Disponible en: <https://pathology.oit.duke.edu/MicroCases/MicroCases.html#micro1>.
4. CDC- Centers for Disease Control. DPDx- Laboratory Identification of Parasites of Public Health Concern. DPDx Case Studies 2020. Disponible en: <https://www.cdc.gov/dpdx/monthlycasestudies/2020/index.html>.

Este trabajo debe ser citado como:

Pajuelo E, Caviedes MA, Sousa C, Callejón R, Zurita A, Pérez-Palacios P. ABP: Un manual de casos clínicos como soporte para la docencia de Microbiología y Parasitología Clínica en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla. *Rev Esp Cien Farm.* 2024; 5(1):1-8.

6. Conclusiones

La elaboración de un manual de casos clínicos para la docencia de la asignatura Microbiología y Parasitología Clínica de la Facultad de Farmacia de la US ha permitido, por una parte, crear un recurso docente bilingüe adaptado a la docencia del diagnóstico clínico de enfermedades infecciosas y parasitarias relevantes en nuestra Comunidad Autónoma. Por otra parte, aplicado a nuestra docencia, la realización de casos clínicos ha mejorado las calificaciones de los estudiantes que han realizado esta actividad, que este año era voluntaria. Su implementación obligatoria en el futuro puede permitir mejorar las competencias prácticas y la asistencia a clase.

Agradecimientos

Este trabajo se ha elaborado en el marco del proyecto de innovación docente titulado "Un manual de casos clínicos para la docencia de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla" (referencia 1192) financiado por el IV Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Originales Breves

Innovación docente en Física Aplicada ante y durante la pandemia COVID-19

Teaching Innovation in Applied Physics before and during the pandemic COVID-19

Grueso EM^{1*}, Giráldez-Pérez RM²

¹Departamento de Química Física. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla, 41012, Sevilla, España.

²Departamento de Biología Celular, Fisiología e Inmunología. Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba, 14014, Córdoba, España.

* Correspondencia: elia@us.es

Recibido 5 de julio de 2024, aceptado 27 de julio de 2024.

Resumen: Los Ciclos de Mejora en el Aula (CIMA) así como el empleo de escaleras de aprendizaje constituyen herramientas básicas de planificación y evaluación de la práctica docente y del nivel de aprendizaje del alumnado. Empelando dichas herramientas se han analizado tanto los aspectos metodológicos como de evaluación de la práctica docente de la asignatura de Física Aplicada del Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla, durante los cursos académicos 2016-2017, 2019-2020 y 2020-2021. Teniendo en cuenta que el desarrollo de las clases durante la pandemia se llevó a cabo de forma virtual, se analizan en este trabajo los principales cambios introducidos en relación a la docencia presencial. Para ello se han considerado los siguientes ítems: (i) nivel de participación de los estudiantes en las actividades propuestas por el profesorado, (ii) tipo de actividad propuesta o herramienta de aprendizaje, (iii) resultados de los cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente, y (iv) calificaciones finales de los estudiantes en los distintos cursos académicos. Finalmente, se tienen en cuenta tanto los aspectos positivos como los negativos encontrados en la docencia presencial y virtual.

Abstract: The Classroom Improvement Cycles (CIMA) as well as the use of learning ladders are basic tools for planning and evaluating the teaching practice and the students' learning level. Using these tools, we have tried to analyze both methodological and evaluation aspects in the development of the teaching practice within the subject of Applied Physics of the Degree in Pharmacy at the University of Seville and during the academic years 2016-2017, 2019-2020 and 2020-2021. Taking into account

that the development of the classes during the pandemic was carried out virtually, the main changes introduced in relation to face-to-face teaching are analyzed in this work. For this purpose, the following items have been considered: (i) level of student participation in the activities proposed by the faculty, (ii) type of proposed activity or learning tool, (iii) results of the initial and final questionnaires on teaching practice, and (iv) final grades of the students in the different academic years. Finally, both positive and negative aspects found in face-to-face and virtual teaching are taken into account.

Palabras clave: CIMA, Física Aplicada, escaleras de aprendizaje, metodología, evaluación, COVID-19.

Keywords: CIMA, Applied Physics, learning stairs, methodology, evaluation, COVID-19.

1. Introducción

En las últimas décadas la educación universitaria está experimentando poco a poco una transformación desde el modelo de enseñanza tradicional, en el que priman las clases magistrales, a un modelo constructivista que tiene como eje al estudiante como centro del aprendizaje. Dicho modelo de enseñanza tradicional se basa en cuatro pilares fundamentales: (i) el análisis de los modelos mentales de los estudiantes, (ii) la impartición de los contenidos como preguntas clave, (iii) la investigación en el aula como foco de la metodología docente y, (iv) entender la evaluación como un proceso que sirve además para retroalimentar el aprendizaje del alumno [1]. Una estrategia fundamental para organizar la docencia y lograr el aprendizaje significativo del estudiante es el empleo de los denominados CIMA (Ciclos de Mejora en el Aula), que tienen como objetivo fundamental llevar a cabo un análisis crítico de la práctica docente, elaborando un diseño previo y aplicando una serie de mejoras concretas dentro del aula [1]. La evaluación posterior del resultado de estos CIMA, de forma reflexiva y crítica, por parte del profesor permite continuar evolucionando en la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, uno de los retos dentro del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior) es alinear de forma coherente la práctica docente con las actividades de enseñanza-aprendizaje realizadas dentro del aula, al tiempo que se evalúan los contenidos trabajados en las distintas etapas del proceso [2]. Una herramienta fundamental en la evaluación es el empleo de cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente, cuyos resultados se agrupan en lo que se denominan “escaleras de aprendizaje” [1, 3]. No obstante, los procesos cognitivos que experimentan los estudiantes al tratar de comprender y dar significado a los con-

tenidos trabajados son muy complejos y difíciles de desentrañar. En este sentido, los cuestionarios en papel son uno de los elementos más apropiados para este cometido. Esto es, ya

que a través de ellos y analizando las expresiones escritas de los estudiantes, así como los dibujos o esquemas realizados para representar una idea o fenómeno concreto, puede accederse, aunque de forma indirecta a dichos procesos cognitivos [4].

Las herramientas de aprendizaje anteriormente mencionadas, junto con el empleo de casos prácticos, fichas de actividad y actividades dirigidas fueron aplicadas a la asignatura de Física Aplicada de primer curso del Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla. A lo largo de los distintos cursos académicos y desde la implantación de dicho Grado, se han detectado fuertes deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje en dicha asignatura. Desde el curso académico 2013-2014, dichas deficiencias se trataron de solventar únicamente con el empleo de cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente, lo cual mejoró los resultados de aprendizaje, pero no lo suficiente [5]. Posteriormente, y a partir de los cursos 2016-2017, se apostó, además, por el empleo de otras metodologías pedagógicas adicionales más activas que fomentaran la implicación del alumno, así como su automotivación y autoaprendizaje [6].

En este trabajo se hace un análisis comparativo de los resultados de la actuación docente en los cursos académicos 2016-2017, 2019-2020 y 2020-2021, impartidos antes y durante la pandemia COVID-19. Se considerarán para ello los cambios acontecidos, fundamentalmente, a nivel metodológico y de evaluación, así como las variaciones

producidas en el entorno de aplicación del modelo metodológico personal que pasó de aplicarse de forma presencial a virtual.

2. Material y métodos

2.1. Contexto y participantes

El presente estudio se llevó a cabo empleando distintos CIMA con los alumnos que cursaron la asignatura de Física Aplicada a Ciencias de la Salud del primer curso del Grado en Farmacia

de la Universidad de Sevilla. Los cursos académicos considerados fueron el curso 2016/2017, 2019/2020, cuya docencia se impartió dentro del aula física, así como el curso 2020/2021, en el cual la docencia se impartió a través del aula virtual. En dichos cursos los alumnos que participaron en las actividades propuestas fueron 40, 48 y 139, respectivamente, lo cual supuso un porcentaje de participación del 61,5%, 84,2 % y 94,6 %, respectivamente, respecto de los alumnos matriculados, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Estudiantes matriculados en los distintos cursos y grado de participación en las actividades propuestas.

Curso académico	N.º de alumnos matriculados	Nº de alumnos participantes	Nº de alumnos repetidores
2016/2017	65	40	26
2019/2020	57	48	8
2020/2021	147	139	40
TOTAL	269	227	74

2.2. Herramientas metodológicas y de evaluación empleadas

En la siguiente sección se describen brevemente las herramientas empleadas tanto para el trabajo de los contenidos como para la evaluación del aprendizaje del alumnado.

2.2.1. Cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente

Los cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente se realizaron en formato papel y dentro del aula física en los cursos 2016/2017 y 2019/2020, mientras que estos fueron realizados a través de la plataforma Blackboard Collaborate en el curso 2020/2021 y dentro del entorno del aula virtual. Dichos cuestionarios contenían preguntas claves relacionadas con los contenidos y procedimientos a trabajar con los estudiantes. El modo de evaluación es mediante escaleras de aprendizaje.

2.2.2. Casos prácticos

Esta herramienta de aprendizaje tiene como fin que los estudiantes apliquen de forma práctica los conocimientos adquiridos en la asignatura en su entorno profesional y en contextos similares relacionados. Esta herramienta se aplica de forma puntual para reforzar el aprendizaje de

ciertos contenidos organizadores. El modo de evaluación es mediante rúbrica y puede emplearse dentro y fuera del horario de clase.

2.2.3. Fichas de actividad

Esta herramienta de aprendizaje tiene como objetivo la asimilación directa de los contenidos organizadores de mayor dificultad de asimilación. Todo ello, en base a problemas concretos que requieren una reflexión profunda y crítica sobre los contenidos. Se incluyen en ellas ciertas indicaciones o pistas del profesor que dirigen la reflexión y discusión. Se lleva a cabo en grupos reducidos de 3-4 alumnos como máximo y dentro del horario de clase.

2.2.4. Escaleras de aprendizaje

Esta herramienta de evaluación sirve para clasificar y analizar los resultados de los cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente en modelos de pensamiento más o menos cercanos a la realidad física subyacente en el entorno de los contenidos trabajados. Los resultados fueron clasificados como máximo en 4 modelos que se identifican con las letras A, B, C y D, donde el modelo A se corresponde con el más cercano al aprendizaje del contenido, estableciéndose el

porcentaje de alumnos en cada nivel. Una vez analizados los resultados de cada cuestión, antes y después de la práctica docente, puede visualizarse la evolución de la clase en el aprendizaje de cada contenido, señalando las dificultades u obstáculos detectados para ir de un peldaño a otro.

2.2.5. Rúbricas

Se emplean en este trabajo para evaluar los resultados de los casos prácticos y fichas de actividad. Las rúbricas empleadas en este trabajo fueron de tipo holística. En ellas se tienen en cuenta los resultados de distintos ítems otorgando distintas puntuaciones que están organizadas a tenor de distintos niveles de cumplimiento o rendimiento.

2.2.6. Resultados de pruebas escritas

Los exámenes escritos fueron realizados de forma presencial (cursos 2016/2017 y curso 2019/2020) o a través de la plataforma Blackboard Collaborate en el curso 2020/2021. Estas pruebas podían englobar parte o la totalidad de la asignatura.

3. Resultados

3.1. Evolución de la Metodología Docente Empleada

La innovación docente llevada a cabo en clases de Física antes del COVID y durante la pandemia tiene como nexo común el modelo metodológico general aplicado. En este se distinguen en ambos casos 3 etapas o momentos diferenciados en la

práctica docente: (i) etapa 1, en la que se plantea un problema clave al inicio del tema y se realiza el cuestionario inicial y se describen los contenidos a trabajar situados dentro de un mapa conceptual; (ii) etapa 2, donde se lleva a cabo la explicación teórico-práctica de los contenidos organizadores que aparecen en el mapa, pudiéndose emplear para ello cuestiones, fichas de actividad y ejercicios o casos prácticos; y (iii) etapa 3, donde el alumno aplica lo aprendido para resolver la pregunta clave formulada al comienzo del tema y resuelve de nuevo el cuestionario inicial, las conclusiones del tema se realizan en grupo empleando de nuevo el mapa de contenidos jerarquizado. Se distingue además el trabajo fuera del aula en el cual se pueden plantear también casos prácticos y/o ciertas actividades dirigidas por el profesor.

En la Tabla 2, se recogen de forma resumida y más concreta los cambios introducidos en las herramientas metodológicas y en general, a nivel metodológico en los distintos cursos. Las diferencias principales antes y durante la pandemia COVID-19 son: (i) los cuestionarios pasan de ser en formato papel a formato on-line y realizados a través de la plataforma Blackboard Collaborate; (ii) en la etapa 2 se incluye como una herramienta fundamental la realización de fichas de actividad que se realizan de forma online y en horario de clase, y (iii) la inclusión de actividades de liderazgo grupal para la resolución de casos prácticos en pequeño grupo, donde el responsable o líder del grupo va cambiando de un tema a otro sin variar los integrantes del grupo.

Tabla 2. Herramientas metodológicas empleadas en las distintas etapas del modelo metodológico personal en la asignatura de Física Aplicada y en los distintos cursos académicos.

Curso académico	Etapla 1	Etapla 2	Etapla 3	Fuera del aula
2016/2017	Cuestionario inicial en papel/Pregunta clave	Casos prácticos en individuales/Cuestiones clave	Cuestionario final en papel/Resolución Pregunta clave individual	Casos prácticos en grupos reducidos a propuesta del alumno
2019/2020	Cuestionario inicial en papel/Pregunta clave	Casos prácticos en grupos reducidos/Cuestiones clave	Cuestionario final en papel/Resolución Pregunta clave individual	Casos prácticos en grupos reducidos a propuesta del profesor
2020/2021	Cuestionario inicial on-line/Problema clave	Casos prácticos en grupos reducidos/Cuestiones clave/Fichas de actividad en grupos reducidos	Cuestionario final on-line/Resolución Pregunta clave toda la clase	Casos prácticos en grupos reducidos a propuesta del profesor/Actividad de liderazgo grupal on-line

3.2. Resultados de la Evaluación del Aprendizaje del Alumno

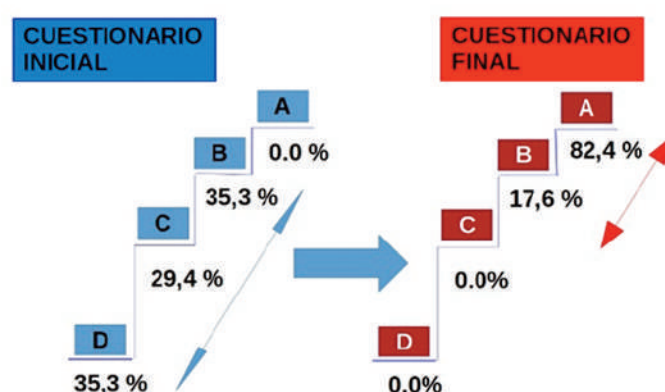
En esta sección se muestran los resultados de la evaluación resultantes del análisis de los cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente, así como de los casos prácticos, fichas de actividad y exámenes, una vez empleada la metodología docente especificada en la Tabla 2.

En la Tabla 3, y tomando como ejemplo los resultados promedios de los cuestionarios correspondientes al tema de fluidos, se proporcionan los porcentajes de respuestas de los alumnos en los modelos A, B, C y D, siendo los modelos A y B los más cercanos a la realidad física del contenido. Así, se evidencia como en el cuestionario inicial en los cursos prepandemia 2016/2017 y 2019/2020, prác-

ticamente casi todas las respuestas se encuentran distribuidas entre los modelos C y D. Por otra parte, el porcentaje de alumnos en los niveles A y B es bastante superior en el curso 2020/2021 (y por tanto inferior en los modelos C y D), donde la docencia se imparte de forma on-line, lo cual indica que los alumnos ya poseían ciertos conocimientos previos sobre el tema de fluidos. Así mismo, y a modo de ejemplo se representa en la Figura 1 los resultados correspondientes a una de las preguntas formuladas en modo de escaleras de aprendizaje. En dicha figura, el sentido de la flecha indica donde se encuentran concentradas la mayoría de las respuestas obtenidas en cada cuestionario, y la altura del escalón es representativa de la dificultad que tiene que superar el alumno para pasar de un nivel a otro.

Tabla 3. Resultados de los Cuestionarios inicial (CI) y final (CF) expresados como porcentajes y en los distintos cursos académicos.

Respuestas promedio por nivel (%)	CI Curso 2016/2017	CF Curso 2016/2017	CI Curso 2019/2020	CF Curso 2019/2020	CI Curso 2020/2021	CF Curso 2020/2021
Modelo A	0,6 %	92,0 %	0,0%	59,2%	11,9%	94,4%
Modelo B	16,0%	6,6 %	0.0 %	33,8 %	31,4 %	5.6 %
Modelo C	21,6 %	1,4 %	67,0 %	7.0 %	46,6 %	0.0 %
Modelo D	61,8 %	0.0 %	33.0 %	0.0 %	10,1 %	0,0 %



Pregunta 1. “Si en la mecánica clásica los cuerpos se caracterizaban por su masa, ¿Qué propiedades físicas emplearía para caracterizar los diferentes fluidos?”. Modelo A-Identifica todas las propiedades y razona las diferencias respecto de la mecánica clásica. Modelo B-Identifica todas las propiedades. Modelo C-Identifica sólo alguna propiedad de forma correcta. Modelo D- Todas las propiedades son incorrectas o no contesta a la pregunta formulada.

Figura 1. Comparación de los resultados de una de las preguntas formuladas en los cuestionarios en el curso académico 2019/2020. Las flechas son indicativas de dónde se concentran la mayoría de las respuestas obtenidas en cada caso.

Por otra parte, en la Figura 2 se muestran los resultados en modo de porcentajes del resto de pruebas de evaluación realizadas clasificadas por categoría y curso académico. Nótese que en el caso de las fichas de actividad solo se incluyen

los resultados correspondientes al curso 2020/2021 que es cuando se implementó por primera vez dicha metodología en la asignatura de Física Aplicada.

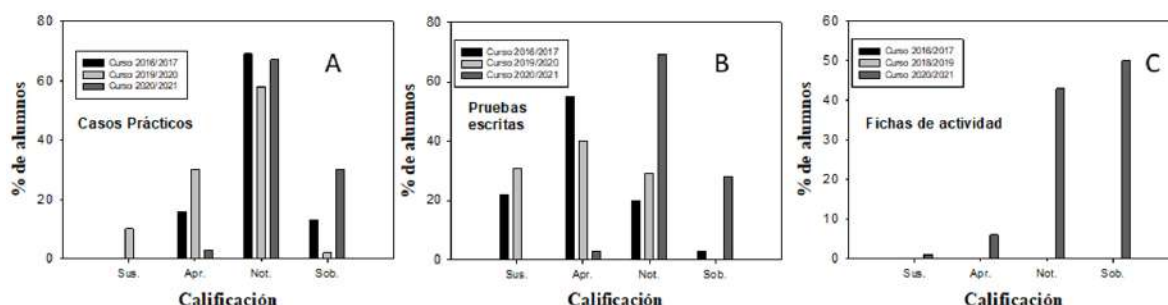


Figura 2. Calificaciones de las distintas actividades de evaluación realizadas en los distintos cursos académicos. A) Casos prácticos, B) Pruebas escritas o exámenes, C) Fichas de actividad.

4. Discusión

La comparación tanto de la aplicación de la metodología docente como de la evaluación en los cursos académicos considerados requiere de la consideración previa del clima y el ambiente de trabajo en el aula. A diferencia de lo sucedido en los cursos académicos 2016/2017 y 2019/2020, en lo que la docencia es completamente presencial, en el curso 2020/2021 se observó un ambiente más frío de trabajo en el aula en los periodos semipresenciales, debido quizás a las medidas de seguridad en relación a la pandemia COVID-19. No obstante, el clima de trabajo fuera del aula física y dentro del entorno virtual fue muy diferente, observándose como el alumno no presentaba dificultades para plantear sus dudas, sugerencias y/o comentarios a través del chat de la plataforma virtual Blackboard Collaborate. También, fue muy frecuente el planteamiento de dudas vía e-mail al profesor. Así mismo, los datos de la Tabla 1 muestran como el grado de participación del alumnado en las actividades planteadas por el profesor fue mucho mayor en el curso 2020/2021, siendo esta de un 94,6% del total de los alumnos matriculados, en comparación con un promedio de un 72,9% en los cursos pre-covid. Teniendo en cuenta todo ello, así como los cambios en las herramientas metodológicas empleadas en los distintos cursos (véase Tabla 2), es importante destacar como la introducción de las fichas de actividad en grupos reducidos y las actividades de liderazgo grupal marcaron un antes

y un después en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, cuando se comparan las respuestas obtenidas en el modelo A, más avanzado, en el cuestionario final, se obtuvo un promedio del 75,6% en los cursos 2016/2017 y 2019/2020, frente a un promedio de un 94,4% durante el curso 2020/2021, impartido durante la pandemia. Es importante destacar que en las asignaturas de Físicoquímica y Técnicas Instrumentales, durante el curso académico 2017/2018, se obtuvieron resultados muy similares empleando las fichas de actividad en un entorno de docencia presencial, lo cual denota que esta herramienta metodológica es adecuada en los distintos entornos [7]. La mejora en el nivel de aprendizaje del alumno también se evidencia al comparar las calificaciones obtenidas de los casos prácticos y de las pruebas escritas en los distintos cursos académicos (véase Figura 2). De esta forma, el porcentaje de aprobados en las pruebas escritas pasó de un 73,5% en los cursos pre-covid a un 92,4% en el curso 2020/2021. Así mismo, también destaca el porcentaje de alumnos con la calificación de sobresaliente, que fue también muy superior durante la pandemia, alcanzando un 30%.

5. Conclusiones

Las clases on-line y la aplicación de los Ciclos de Mejora dentro del aula virtual en el entorno de la pandemia COVID-19 denotaron cambios importantes tanto a nivel metodológico como de

evaluación en la asignatura de Física Aplicada del Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla. No obstante, los resultados obtenidos en los distintos cursos académicos considerados en este trabajo muestran una evolución muy significativa en el aprendizaje del estudiante. De esta forma, la aplicación de fichas de actividad y actividades de liderazgo grupales, así como la realización de cuestionarios a través de la plataforma Blackboard Collaborate, supusieron un avance significativo en el grado del aprendi-

zaje del estudiante. Dicho nivel de aprendizaje se verifica analizando la evolución de la clase al comparar los resultados promedios de respuestas en los cuestionarios inicial y final a la práctica docente, así como en los resultados de las pruebas escritas y actividades realizadas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Porlán R. Enseñanza Universitaria. Cómo Mejorarla. Madrid: Morata; 2017. p. 1-260.
2. Biggs JB. Calidad del aprendizaje universitario. Madrid: Nanoea; 2005. p. 1-296.
3. Giráldez-Pérez RM, Grueso-Molina EM, Ugía-Cabrera A. Las Redes de Profesorado: cuatro años aplicando ciclos de mejoras en la investigación e innovación didáctica en Áreas de Ciencias de la Salud y Ciencias. En R. Roig-Vila, editores, El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la Enseñanza Superior. Barcelona: Octaedro; 2018. p. 224-234.
4. Corrochano, D, Gómez, A, Sevilla, J, Pampín, S. Ideas de estudiantes de instituto y universidad acerca del significado y origen de las mareas. REurEDC. 2017;14:353-366.
5. Grueso E, Pérez-Tejeda P, Prado-Gotor R. Aprendizaje significativo del alumnado de física aplicada del grado en farmacia: evaluación basada en el empleo de cuestionarios. Ars Pharm., 2014;55:8-13.
6. Grueso-Molina EM, Giráldez-Pérez RM, Ugía-Cabrera A, Grueso-Molina LM, Ugía-Giráldez A y Prado-Gotor R. La docencia en Física Aplicada antes y durante la pandemia COVID-19: cambios metodológicos y de evaluación. En: Satorre Cuerda, Rosana (Coord.). Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria. Volumen 2021. Alicante: Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante; 2021. p. 93-104.
7. Grueso-Molina, EM. Empleo de fichas dirigidas para la mejora en el aprendizaje de las asignaturas técnicas instrumentales y fisicoquímica. En: Porlán, R & Navarro, E (Coord.), Jornadas de Formación e Innovación Docente del Profesorado. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2018. p. 282-306.

Este trabajo debe ser citado como:

Grueso EM, Giráldez-Pérez RM- Innovación docente en Física Aplicada antes y durante la pandemia COVID-19. Rev Esp Cien Farm. 2024;5(1):9-15.

Originales Breves

Inteligencia Artificial en la Fisiología: beneficios y desafíos según la valoración del alumnado

Artificial Intelligence in Physiology: benefits and challenges according to student evaluations

Vázquez-Carretero MD*, Argüelles S, Calonge ML, Cano M, Carrascal L, Carreras O, Fontán-Lozano A, Gallego-López MdC, González-Serna MA, Mate A, Nogales F, Nunez-Abades P, Ojeda ML, Peral MJ, Reyes-Goya C, Romero-Herrera I, Santana-Garrido A, Vázquez CM y García-Miranda P

Departamento de Fisiología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla. c/ Profesor García González, 2, 41012, Sevilla.

* Correspondencia: mvazquez1@us.es

Recibido 7 de julio de 2024, aceptado 25 de julio de 2024.

Resumen: La Inteligencia Artificial (IA) está transformando la educación. Durante el curso académico 2023-2024, el Departamento de Fisiología de la Universidad de Sevilla implementó un Proyecto de Innovación Docente usando IA. Este informe presenta los resultados de las asignaturas del Grado en Farmacia del primer cuatrimestre y evalúa la opinión y satisfacción del alumnado sobre el uso de la IA en el estudio de la Fisiología. La actividad, dirigida a estudiantes de Fisiología Humana I (296 matriculados) y Fisiopatología (249 matriculados) del Grado en Farmacia, tuvo una participación del 60% y 52%, respectivamente. Los estudiantes utilizaron ChatGPT para generar resúmenes con y sin referencias bibliográficas, verificaron la exactitud de la información con fuentes tradicionales y elaboraron informes con observaciones, conclusiones y un *graphical abstract*. El profesorado proporcionó seguimiento y tutoría continua. La eficacia del proyecto se evaluó mediante una encuesta de opinión al finalizar la actividad. Antes del proyecto, el 32% del alumnado nunca había usado IA con fines académicos. El 44% expresó reparos éticos sobre su uso, y el 93% reconoció que la IA no siempre proporciona información veraz. Sin embargo, la mayoría (85% en Fisiología Humana I y 93% en Fisiopatología) planea usarla en el futuro. Casi el 70% de los participantes se sintieron motivados para estudiar gracias a la actividad, y la mitad consideró que fomentó el contacto profesorado-alumnado. Cerca del 90% valoraron positivamente la implicación del profesorado y más del 90% manifestaron estar satisfechos con la actividad. Los estudiantes encuentran en la IA una herramienta atractiva para

estudiar Fisiología, a pesar de sus limitaciones en cuanto a la fiabilidad de la información. Este proyecto demostró que, con una adecuada verificación de datos, la IA puede complementar eficazmente el proceso educativo. Adicionalmente, el alumnado valora positivamente la implementación de estrategias de innovación docente que trascienden las clases magistrales tradicionales, mejorando los resultados académicos.

Abstract: Artificial intelligence (AI) is transforming education. During the 2023-2024 academic year, the Department of Physiology at the University of Seville implemented an Educational Innovation Project using AI. This report presents the first quarter's results and evaluates students' opinions and satisfaction regarding the use of AI in studying Physiology. The activity targeted students of Human Physiology I (296 enrolled) and Pathophysiology (249 enrolled) in the Pharmacy undergraduate degree course, with participation rates of 60% and 52%, respectively. Students used ChatGPT to generate summaries with bibliographic references, verified the accuracy of the information through traditional sources, and created reports with observations, conclusions, and a graphical abstract. Professors provided continuous guidance and tutoring. The project's effectiveness was evaluated through a survey conducted at the end of the activity. Before the project, 32% of the students had never used AI for academic purposes. 44% expressed ethical concerns about its use, and 93% acknowledged that AI does not always provide accurate information. Despite these concerns, a majority of students (85% in Human Physiology I and 93% in Pathophysiology) indicated that they plan to use AI in the future. Nearly 70% of participants felt motivated to study due to the activity, and half felt it fostered better professors-student interaction. Around 90% positively valued the professors' involvement, and over 90% were satisfied with the activity overall. Students find AI an attractive tool for studying Physiology despite its limitations regarding information reliability. This project demonstrated that, with proper data verification, AI can effectively complement the educational process. Students appreciate the implementation of innovative teaching strategies that go beyond traditional lectures, improving academic outcomes.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Fisiología, innovación docente.

Keywords: Artificial Intelligence, Physiology, educational innovation.

1. Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) ha dejado de ser una idea de ciencia ficción para convertirse en una tecnología que está cambiando radicalmente el mundo. Se define como una rama de la informática y la tecnología que busca crear sistemas informáticos capaces de realizar tareas que requieren inteligencia humana. Se basa en algoritmos y modelos matemáticos que permiten a las máquinas procesar grandes cantidades de datos y encontrar patrones, lo que les permite tomar decisiones informadas [1]. Las primeras investigaciones sobre IA se remontan a la década de 1950; en la actualidad se aplica en una amplia gama de campos, incluyendo la medicina, la industria, la agricultura, el transporte, la robótica,

la seguridad, el comercio electrónico, el marketing y muchos otros. En medicina, por ejemplo, la IA se utiliza para ayudar en el diagnóstico de enfermedades, identificar tratamientos efectivos y desarrollar medicamentos [2, 3]. La IA también puede ser utilizada en Educación, y su aplicación en este ámbito ha crecido rápidamente en los últimos años para: i) crear asistentes virtuales que proporcionen ayuda y apoyo a los estudiantes en su proceso de aprendizaje; ii) crear plataformas de aprendizaje adaptativo que se ajusten automáticamente a las necesidades de cada estudiante; iii) la evaluación automatizada de tareas y exámenes; iv) crear planes de estudios personalizados para los estudiantes; o v) proporcionar retroalimentación automatizada y seguimiento del progreso de los estudiantes [4, 5].

En este proyecto de innovación educativa se pretende explorar el potencial de la IA como una herramienta de enseñanza para la Fisiología en el aula. Al combinar la experiencia del profesorado con la IA, se puede mejorar significativamente la calidad educativa y hacer que la experiencia de aprendizaje sea más atractiva y efectiva para los estudiantes. La IA será utilizada como una herramienta para ayudar a los estudiantes a sintetizar, comprender y retener mejor los contenidos de la asignatura. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la utilización de la IA en la docencia de Fisiología también plantea algunos desafíos; por ejemplo, es importante garantizar la precisión y fiabilidad de los datos y modelos utilizados en los sistemas de IA y asegurar que se mantiene la privacidad y seguridad de los datos de los estudiantes. Es por todo ello que, en el presente proyecto, se propone utilizar la IA para abordar el estudio de determinados temas de Fisiología Humana, pero fomentando el espíritu crítico del estudiante. De este modo, el estudiante utilizará la IA para extraer información de algún tema o concepto de Fisiología previamente planteado y después tendrá que comprobar con fuentes bibliográficas tradicionales que el contenido generado por la IA es correcto. En definitiva, la IA en la docencia de Fisiología tiene el potencial de mejorar la enseñanza y el aprendizaje, proporcionando herramientas y recursos adaptativos, personalizados y automatizados para los estudiantes y profesores. Sin embargo, es importante tener en cuenta aspectos éticos y de privacidad en la implementación de la IA en la enseñanza, y siempre complementarla con la guía y la experiencia de los profesores y educadores.

2. Material y métodos

2.1. Participantes: centro, curso y asignaturas en el ámbito de la actividad

El equipo docente que ha desarrollado este proyecto pertenece al Departamento de Fisiología de la Universidad de Sevilla y cuenta con una amplia experiencia en acciones de innovación y mejora docente participando de manera continuada, desde hace más de 20 años, en las distintas convocatorias financiadas por la Universidad de Sevilla, primero en el marco de la Convocatoria de Ayudas a la Docencia Universitaria gestionadas

por el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), después en el marco del Plan de Renovación de las Metodologías Docentes, y desde 2008 dentro del Plan Propio de Docencia en sus cuatro ediciones hasta la fecha.

Las asignaturas incluidas en el proyecto pertenecen al Grado en Farmacia (GF), al Grado en Óptica y Optometría (GOO) y al Doble Grado en Farmacia y en Óptica y Optometría (DGFOO). En la tabla 1 se resumen las especificidades de las asignaturas implicadas en el proyecto y el número de estudiantes matriculados en cada una de ellas a los que va dirigida la actividad.

El presente artículo presenta los resultados obtenidos tras la realización de la actividad en las asignaturas del GF del primer cuatrimestre, Fisiología Humana I (296 estudiantes matriculados) y Fisiopatología (249 matriculados) participando un 60% y 52%, respectivamente. Para este trabajo se han escogido estas asignaturas por estar ya terminadas en el presente curso académico y por pertenecer al Grado en Farmacia.

2.2. Actividades del proyecto

El proyecto se ha desarrollado durante todo el curso académico 2023-2024, en las asignaturas del primer y segundo cuatrimestre que se imparten en el departamento, detalladas en la tabla 1. En los primeros días, al comienzo de cada asignatura, el profesorado explicó el proyecto de innovación y los objetivos específicos. Durante estos días, se expuso a los estudiantes la puesta en marcha y los beneficios de la realización de esta nueva estrategia docente basada en el auto aprendizaje. El profesorado seleccionó y expuso en clase los temas más relevantes del proyecto docente de la asignatura y explicó las principales aplicaciones basadas en IA actualmente disponibles. Además, el profesorado orientó a los estudiantes mostrando algunas de estas aplicaciones de IA y realizó ejemplos de búsqueda. El profesorado en todo momento siguió el proceso a través de tutorías.

La actividad, era de carácter voluntario, y podía realizarse individualmente o en parejas, una vez impartido el tema seleccionado en el aula de clases (relativo a la teoría de la asignatura). Los estudiantes, utilizando la herramienta de IA ChatGPT (ver-

sión 3.5 gratuita), generaron resúmenes (unas 300 palabras) con y sin referencias bibliográficas. Después, realizaron la siguiente actividad: primero observaron si el resumen generado con referencias era diferente del generado sin referencias. A continuación, verificaron la exactitud de la información y corroboraron la veracidad y precisión de las referencias proporcionadas, consultando fuentes

bibliográficas tradicionales. Finalmente elaboraron un informe de dos páginas con toda la información incluyendo sus observaciones, conclusiones y recomendaciones. También elaboraron un *graphical abstract* que resumía visualmente la información aprendida y que fue publicado en nuestro canal de divulgación de Fisiología *Fisiofarma* (@fisiofarma_us) [6].

Tabla 1. Especificidades de las asignaturas implicadas en el proyecto. Grado en Farmacia (GF), Grado en Óptica y Optometría (GOO) y Doble Grado en Farmacia y en Óptica y Optometría (DGFOO).

Asignatura	Código	Titulación	Tipo	Curso	Cuatrim.	Estudiantes 2023-2024
Fisiología Humana I	2480013	GF	Básica	2º	1º	296
Fisiopatología	2480025	GF	Obligatoria	3º	1º	249
	2490029	DGFOO				20
Biología Celular e Histología	2230003	GOO	Básica	1º	1º	57
	2490003	DGFOO				21
Fisiología Humana	2230011	GOO	Básica	2º	1º	59
	2490015	DGFOO				18
Fisiología Humana II	2480014	GF	Básica	2º	2º	334
Fisiología del Sistema Visual	2230017	GOO	Básica	2º	2º	36
	2490014	DGFOO				17
La Fisiología en la Promoción de la Salud	2480037	GF	Optativa	4º	2º	96

Para fomentar la motivación y el interés del alumnado en la actividad, la realización de la misma fue valorada con hasta 0,5 puntos sobre la calificación final del estudiante, siempre que hubiera aprobado la asignatura, y así fue recogido en los proyectos docentes de las asignaturas implicadas. Paralelamente, se otorgó un diploma de participación por parte del departamento a todos los estudiantes que realizaron la actividad y se premiaron aquellos que se consideraron mejores en cada grupo de clase y asignatura. Los premios consistieron en la entrega de material informático y/o de papelería.

2.3. Evaluación de los resultados del proyecto

La evaluación y el seguimiento de este proyecto se ha realizado mediante el análisis de las encuestas

de opinión específicas sobre la utilidad de las innovaciones. Estas encuestas han sido realizadas por el alumnado participante a través de *Google Forms*. En la Figura 1 se muestra el modelo de encuesta realizado por los estudiantes.

Opinión del alumnado participante en el proyecto de Innovación docente "Inteligencia Artificial en Fisiología"

1. Sexo: Mujer/Hombre
2. Curso:
3. Grado:
4. Asignatura:
5. ¿Había utilizado antes la Inteligencia Artificial con fines académicos? por ejemplo para hacer trabajos o buscar información: Sí/No
6. ¿Cree que la información que proporciona la Inteligencia Artificial en cuanto a los conocimientos de Fisiología es fiable?: Sí, siempre/ No, nunca/A veces sí, a veces no
7. ¿Recurrirá a la Inteligencia Artificial de ahora en adelante para realizar trabajos, buscar información y estudiar las asignaturas de Fisiología?: Sí, usaré solamente IA/ No, prefiero utilizar fuentes tradicionales/ Sí, pero de forma complementaria a las fuentes tradicionales
8. ¿Considera ético utilizar la Inteligencia Artificial para elaborar sus trabajos de clase?: Sí/ No
9. ¿La realización de esta actividad le ha motivado para estudiar la asignatura?: No, nada/ Un poco/ Bastante/ Sí, mucho
10. ¿Cree que la realización de esta actividad ha fomentado el contacto profesorado-alumnado?: No, nada/ Un poco/ Bastante/ Sí, mucho
11. ¿Cree que el profesorado ha estado implicado en el desarrollo de la actividad?: No, nada/ Un poco/ Bastante/ Sí, mucho.
12. En términos generales, valore su satisfacción con esta actividad (del 1 al 5, donde 1= nada satisfactoria y 5= totalmente satisfactoria).

Figura 1. Modelo de encuesta de opinión para el alumnado participante que fue enviada a través de Google Forms (<https://forms.gle/AWWUxmGH5YwAwe57>)

3. Resultados

3.1. Uso de la Inteligencia Artificial por parte del alumnado con fines académicos

Los resultados obtenidos tras el análisis de las encuestas de opinión realizadas por los estudiantes de las asignaturas de Fisiología Humana I y Fisiopatología del Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla sobre el empleo de la IA en el ámbito académico revelaron una serie de hallazgos significativos que se muestran en la Figura 2. En primer lugar, se identificó que antes de la implementación de este proyecto, aproximadamente el 32% del cuerpo estudiantil de ambas asignaturas no tenía experiencia previa en el uso de IA con fines académicos.

Además, se constató que una proporción considerable de los estudiantes participantes expresaron ciertas reservas éticas respecto al empleo de la IA en el contexto académico. Específicamente, un 44% de los encuestados manifestaron la opinión de que el uso de IA para obtener información con el propósito de realizar trabajos académicos o estudiar la asignatura no es ético.

Los participantes también informaron sobre su percepción acerca de la confiabilidad de la IA como herramienta académica, destacando que el 93% de los estudiantes afirmaron que esta herramienta no siempre proporciona información veraz.

A pesar de estas preocupaciones iniciales, se observa que la mayoría de los estudiantes participantes, con un 85% en Fisiología Humana I y un 93% en Fisiopatología, expresaron su disposición

a utilizar la IA en el futuro para diversas actividades relacionadas con la asignatura, como la elaboración de trabajos académicos, la redacción de resúmenes y la búsqueda de información.

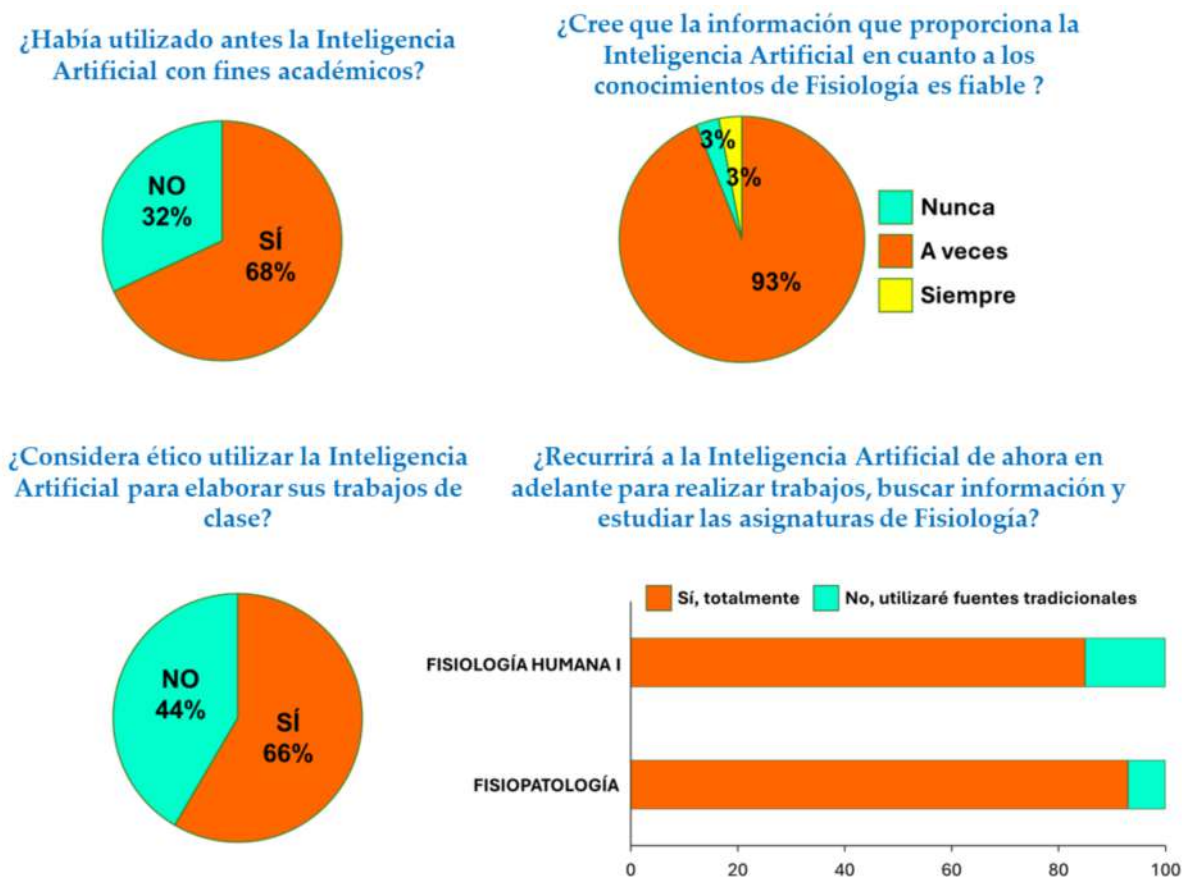


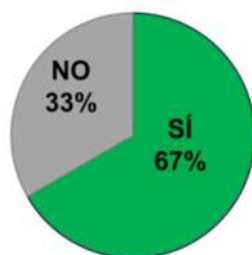
Figura 2. Resultados de la encuesta de opinión que realizaron los estudiantes participantes de las asignaturas Fisiología Humana I y Fisiopatología del Grado en Farmacia sobre el uso de la Inteligencia Artificial con fines académicos. En azul se muestran las preguntas de las encuestas.

3.2. Percepción del proyecto por parte del alumnado

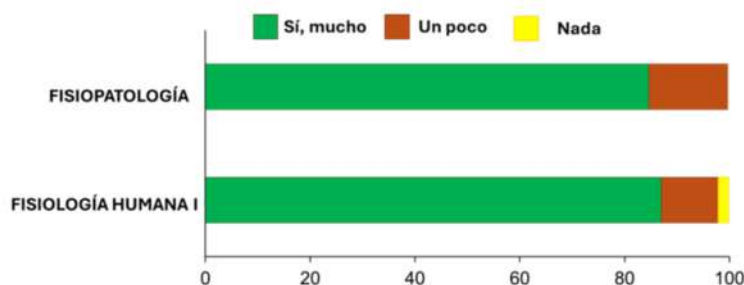
Junto con la recolección de los resultados previamente mencionados, se llevó a cabo una consulta adicional a los estudiantes participantes con respecto a su percepción y opinión acerca de la realización de actividades de innovación educativa como la que se describe en este estudio. Los datos recabados se detallan en la Figura 3 y revelan una serie de observaciones notables. En primer lugar, se observa que casi el 70% de los estudiantes participantes expresaron sentirse notablemente motivados para dedicar tiempo y esfuerzo al estudio de la asignatura como consecuencia directa de su participación en la actividad propuesta.

Además, se encontró que aproximadamente la mitad del cuerpo estudiantil encuestado percibió que la actividad promovió un mayor contacto y comunicación entre el profesorado y el alumnado. En cuanto a la evaluación del desempeño del profesorado, se observó que una proporción significativa de los estudiantes, específicamente el 85% de los participantes en Fisiopatología y el 87% en Fisiología Humana I, valoraron de manera muy favorable la implicación y el compromiso del cuerpo docente en el desarrollo y seguimiento del proyecto de innovación educativa. Por último, es relevante destacar que más del 90% de los participantes expresaron su satisfacción general con la actividad en su conjunto.

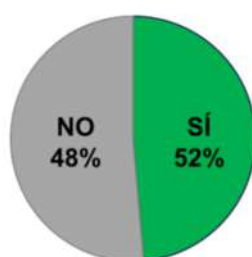
¿La realización de esta actividad le ha motivado para estudiar la asignatura?



¿Cree que el profesorado ha estado implicado en el desarrollo de la actividad?



¿Cree que la realización de esta actividad ha fomentado el contacto profesorado-alumnado?



En términos generales, valore su satisfacción con esta actividad (del 1 al 5, donde 1= nada satisfactoria y 5= totalmente satisfactoria)

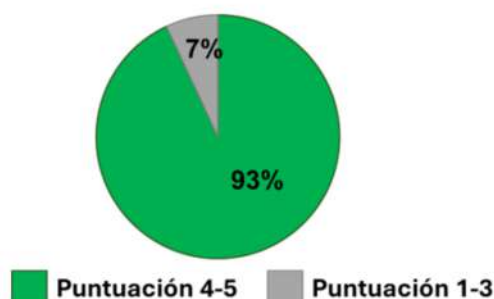


Figura 3. Resultados de la encuesta de opinión que realizaron los estudiantes participantes de las asignaturas Fisiología Humana I y Fisiopatología del Grado en Farmacia sobre el desarrollo de la actividad de Innovación Docente. En azul se muestran las preguntas de las encuestas.

4. Discusión

Antes de la ejecución de este proyecto, se observó que una proporción considerable del alumnado participante de ambas asignaturas, Fisiología Humana I y Fisiopatología, carecía de experiencia previa en el manejo de la IA con objetivos académicos, alcanzando un 32%. Esta carencia inicial de familiaridad con la IA podría ser atribuible a una variedad de factores, como la ausencia de oportunidades previas para su utilización en contextos educativos o la falta de conocimiento sobre sus potenciales aplicaciones en el ámbito académico.

Asimismo, se evidenciaron ciertas reticencias éticas entre los participantes con respecto al empleo de la IA en el entorno académico. De hecho, casi la mitad de los encuestados, es decir, un 44%, manifestaron preocupaciones éticas relacionadas con su utilización, indicando que su uso se relaciona con malas praxis en el estudio. Dichas considera-

ciones éticas revisten una importancia crucial en el contexto de la incorporación de tecnologías emergentes en la esfera educativa.

Además, se constató un nivel considerable de escepticismo entre los estudiantes en cuanto a la confiabilidad de la IA como herramienta académica. Un contundente 93% de los encuestados afirmaron que la IA no siempre brinda información precisa y veraz. Esta percepción de falta de confiabilidad se da gracias al informe que los participantes realizaron donde tenían que comprobar la fiabilidad de las referencias que la IA les proporcionada en relación al tema de la asignatura en cuestión. Los estudiantes primero comprobaron la veracidad de la información proporcionada y después que las referencias bibliográficas proporcionadas eran adecuadas. Los participantes encontraron que, con mucha frecuencia, la IA proporcionaba fuentes inadecuadas, bien obsoletas o incluso inexistentes.

No obstante, a pesar de estas percepciones, la mayoría de los estudiantes (85% en Fisiología Humana I y 93% en Fisiopatología) expresaron su disposición a utilizar la IA en el futuro con el fin de buscar información o estudiar la asignatura. Esta disposición futura podría indicar un reconocimiento por parte de los estudiantes de las potenciales ventajas que la IA ofrece en términos de acceso a la información, rapidez, comodidad y apoyo general en el proceso de aprendizaje.

Cerca del 70% de los participantes expresaron sentirse considerablemente motivados para dedicar tiempo al estudio de la asignatura debido a su participación en esta actividad, lo que sugiere que esta iniciativa tuvo un impacto significativo en su compromiso con el aprendizaje. Además, aproximadamente la mitad de los participantes indicaron que percibieron una mejora en la interacción entre el profesorado y el alumnado como resultado de su participación en la actividad, lo que refleja un efecto positivo en el fortalecimiento de los lazos y la comunicación dentro del entorno educativo.

En cuanto a la valoración de la labor desempeñada por el profesorado, se observó que un alto porcentaje de estudiantes, específicamente el 85% en el caso de los estudiantes de Fisiopatología y el 87% en el caso de los estudiantes de Fisiología Humana I, evaluaron muy favorablemente la implicación y participación de los docentes en el desarrollo y seguimiento del proyecto. Esta percepción positiva sugiere una apreciación, por parte de los estudiantes, del compromiso y dedicación mostrados por el profesorado en el proceso educativo, lo que contribuye a fortalecer la confianza y la satisfacción de los estudiantes con su experiencia académica.

Por último, más del 90% de los participantes expresaron sentirse satisfechos con la actividad en su conjunto, lo que indica un alto grado de satisfacción general entre los estudiantes participantes. Esta alta tasa de satisfacción puede ser la consecuencia de varios factores, como la utilidad percibida de la actividad en el proceso de aprendizaje, la calidad de la interacción con el profesorado y la sensación de logro personal al participar en una iniciativa innovadora en el ámbito educativo.

En el análisis de este proyecto hay que considerar que hubo un porcentaje no despreciable de alum-

nos que no participaron (40% en Fisiología Humana I y 48% en Fisiopatología). Las conclusiones obtenidas, por tanto, se basan únicamente en los datos de aquellos que participaron activamente, lo que a su vez podría sesgar los resultados hacia una visión más favorable del proyecto. La falta de participación de una porción notable de los estudiantes podría deberse a una variedad de factores, por ejemplo, menor interés en la IA, tener carga laboral o estar repitiendo curso. Para abordar estas limitaciones, en el futuro, deberían considerarse métodos para involucrar a un mayor número de estudiantes o al menos recopilar datos sobre las razones de la no participación, la inclusión de estos datos podría ofrecer una visión más completa y equilibrada del impacto del proyecto.

Finalmente, este proyecto invita a reflexionar sobre las implicaciones éticas de la incorporación de la IA en el ámbito académico. Actualmente, el escepticismo sobre la IA se fundamenta en los errores evidentes que puede cometer, pero si imaginamos un escenario en el que alcance una precisión casi perfecta, surgen nuevas cuestiones éticas y filosóficas. La IA podría personalizar la educación, adaptarse al ritmo y estilo de cada estudiante, y proporcionar recursos y explicaciones de manera inmediata pero, al mismo tiempo, existe el riesgo de que el alumnado confíe demasiado en estas herramientas, lo que podría llevar a una dependencia excesiva y a una disminución en la adquisición de habilidades críticas y de resolución de problemas. El desafío para el futuro del uso de la IA en la educación es encontrar un equilibrio, debe ser vista como una herramienta de apoyo, no como un sustituto del esfuerzo y la curiosidad humana. Los educadores deben fomentar un uso crítico y reflexivo de la tecnología, asegurando que los estudiantes desarrollen habilidades esenciales y mantengan un rol activo en su proceso de aprendizaje. La IA debe ser utilizada para enriquecer la educación, no para simplificarla al punto de desvalorizar el esfuerzo intelectual y la creatividad.

5. Conclusiones

- 1 La falta de experiencia previa en el uso de la IA para fines académicos resalta la necesidad de fomentar la familiaridad con esta tecnología en entornos educativos.

2. Las inquietudes éticas planteadas por los estudiantes sobre el uso de la IA en el entorno educativo enfatizan la necesidad de abordar estas preocupaciones y asegurar que su uso en el estudio de la Fisiología sea siempre con espíritu crítico.
3. El elevado nivel de escepticismo hacia la fiabilidad de la IA, subraya la necesidad de que el alumnado sea consciente de las limitaciones de esta tecnología para estudiar Fisiología, así como la necesidad de verificación de la información.
4. La disposición de la mayoría de los estudiantes a utilizar la IA en el futuro sugiere un reconocimiento de sus potenciales beneficios en el acceso a la información y en el apoyo al aprendizaje.
5. El alto grado de satisfacción expresado por los participantes con la actividad en su conjunto destaca la efectividad de la iniciativa a la hora de estimular el compromiso con el

aprendizaje y fortalecer la interacción entre el profesorado y el alumnado, lo que contribuye a una experiencia académica más gratificante y enriquecedora.

6. Futuros estudios de esta índole deberían incluir métodos para involucrar a más estudiantes y recoger datos sobre las razones de la no participación, proporcionando así una visión más completa.
7. La IA en la educación debería ser utilizada solamente como herramienta de apoyo.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado por el 4º Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla (2023/2024), Convocatoria de Apoyo a la Coordinación e Innovación Docente (ref.221)

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Shapiro SC. Encyclopedia of Artificial Intelligence. 2ª ed. Nueva York. Wiley. 1992. 1300 p.
2. Ramesh AN, Kambhampati C, Monson JR, Drew PJ. Artificial intelligence in medicine. Ann R Coll Surg Engl. 2004;86(5):334-8. doi: 10.1308/147870804290.
3. Fleming N. How artificial intelligence is changing drug discovery. Nature. 2018;557(7707): S55-S57. doi: 10.1038/d41586-018-05267-x.
4. Miao F, Holmes W, Ronghuai H, Hui Z. AI and education: guidance for policymakers. París. Unesco. 2021. 45 p.
5. Masters K. Artificial intelligence in medical education. Med Teach. 2019;41(9):976-80. doi: 10.1080/0142159X.2019.1595557.
6. Santana-Garrido A, Argüelles-Castilla S, Calonge ML, Cano M, Carrascal L, Carreras O, García-Miranda P, Mate A, Nogales F, Núñez-Abades P, Peral MJ, Vázquez-Carretero MD, Vázquez CM, Ojeda ML. Instagram como herramienta de aprendizaje en Fisiología: @fisiofarma_us. Rev. Esp. Cien. Farm. 2023;4:184-92.

Este trabajo debe ser citado como:

Vázquez-Carretero MD, Argüelles S, Calonge ML, Cano M, Carrascal L, Carreras O, Fontán-Lozano A, Gallejo-López MdC, González-Serna MA, Mate A, Nogales F, Núñez-Abades P, Ojeda ML, Peral MJ, Reyes-Goya C, Romero-Herrera I, Santana-Garrido A, Vázquez CM, García-Miranda P. Inteligencia Artificial en la Fisiología: beneficios y desafíos según la valoración del alumnado. Rev Esp Cien Farm. 2024;5(1):16-24.

Originales Breves

Actividades complementarias para el aprendizaje y refuerzo de la Toxicología en los estudiantes mediante el abordaje de temas de actualidad

Complementary activities for the learning and reinforcement of Toxicology in students by addressing current issues

Diez-Quijada L*, Guzmán-Guillén R, Prieto AI, Pichardo S, Jos A, Cameán AM, Cascajosa-Lira A, Casas-Rodríguez A, Plata-Calzado C, Puerto M.

Área de Toxicología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla.

* Correspondencia: ldiezquijada@us.es

Recibido 6 de julio de 2024, aceptado 21 de julio de 2024.

Resumen: El desarrollo de nuevas estrategias de enseñanza es necesario para adoptar una metodología didáctica adaptable y abierta a la innovación, mejorando así la calidad de la docencia. Con ese propósito, se realizaron las “Jornadas de divulgación científica: Inclusión de la Toxicología en la sociedad” el 26 de abril de 2024 en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla (US), gracias a una Ayuda concedida por el VII Plan de Investigación y Transferencia de la US para Actividades de Divulgación Científica (IV-2). El propósito fue difundir entre nuestros alumnos temas de actualidad y de interés relacionados con la Toxicología, con el objetivo de que obtuvieran conocimientos prácticos que pudieran ser usados en su día a día. Para ello, se contó con la presencia de destacados investigadores expertos en Toxicología, los cuales mostraron a los alumnos las ramas de aplicación de la Toxicología en nuestra sociedad, las distintas técnicas *in vitro* e *in vivo* para una adecuada evaluación toxicológica, la aplicación de los informes científicos al ámbito regulatorio, la enseñanza de la Toxicología a través de la cultura como puede ser el cine o la literatura y temas de actualidad como es el “ChemSex”, destacando además la exposición de varios trabajos por los alumnos. La actividad iba destinada a los alumnos del Grado en Farmacia, Doble Grado en Farmacia y Óptica y Optometría, Grado en Criminología y Grado en Bioquímica, participando estos últimos en la sección “Saca la Toxicología del aula” con comunicaciones orales. La elevada afluencia que tuvieron las Jornadas (más de 170 inscritos) demostró el gran éxito de las mismas, lo cual se plasmó en el resultado de las encuestas, obteniendo un alto grado de satisfacción con la actividad, y destacando la utilidad y adquisición de nuevos conocimientos relacionados con la Toxicología.

Abstract: The development of new teaching strategies is necessary to adopt a didactic methodology that is adaptable and open to innovation, thus improving the quality of teaching. With this purpose, the "Scientific Dissemination Conference: The Inclusion of Toxicology in Society" was held on 26th April 2024 at the Faculty of Pharmacy of the University of Seville (US), thanks to a grant awarded by the VII Research and Transfer Plan of the US for Scientific Dissemination Activities (IV-2). The purpose was to disseminate among our students current topics of interest related to Toxicology, with the aim of providing them with practical knowledge that could be used in their daily lives. For this purpose, we had the presence of leading researchers experts in Toxicology, who showed the students the applications of Toxicology in our society, the different in vitro techniques for an adequate toxicological evaluation, the application of scientific reports in a regulatory framework, the teaching of Toxicology through culture such as film or literature, and current issues such as "ChemSex", highlighting the exhibition of several works by students. The activity was aimed at students of the Degree in Pharmacy, Double Degree in Pharmacy and Optics and Optometry, Degree in Criminology and Degree in Biochemistry, the latter participating in the section "Take Toxicology out of the classroom" with oral communications. The high number of participants (more than 170 registered) demonstrated their great success, which was evidenced by the results of the surveys, obtaining a high degree of satisfaction with the activity, and highlighting the usefulness and acquisition of new knowledge related to Toxicology.

Palabras clave: Enseñanza universitaria, Mejora docente, Toxicología, Divulgación científica.

Keywords: University teaching, Teaching improvement, Toxicology, Scientific dissemination.

1. Introducción

La transmisión de conocimientos es una de las principales funciones de los docentes. Sin embargo, no se trata sólo de difundir, sino que también hay que poner a disposición de los estudiantes los recursos necesarios para que puedan investigar y ampliar conocimientos por sí mismos. Además, el uso de la investigación como herramienta para la generación de conocimiento es un elemento fundamental en la función universitaria, y se relaciona de modo directo con la transmisión del conocimiento y la tecnología [1].

La actualización metodológica en los estudios superiores es uno de los desafíos pendientes de la formación en España [2]. Dentro del proceso de aprendizaje, la investigación ha sido descrita como de gran importancia, ya que permite a los docentes mejorar la enseñanza [3]. Es por ello, que la divulgación científica es una excelente herramienta para estimular el interés en el estudio de las ciencias y promover el valor de la investiga-

ción. Al hacer la ciencia más comprensible y atractiva mediante un estilo ágil, atractivo y ameno, se logra captar la atención de los oyentes [4].

Del mismo modo, y dada la importancia que tienen este tipo de actividades, los miembros del grupo CTS-358-TOXICOLOGÍA del Área de Toxicología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla (US), llevan más de 10 años organizando este tipo de actividades, tales como 15 Jornadas y 2 Congresos internacionales, con el fin de divulgar el conocimiento entre la sociedad, y por ende, entre los estudiantes que cursan las diferentes asignaturas impartidas por el Área en los Grados de Farmacia, Criminología y Bioquímica de la US.

A continuación, se muestra en la Tabla 1 las diferentes Jornadas y/o Congresos organizados por el grupo de investigación en los últimos 5 años. Se destaca que debido a la pandemia ocasionada por el COVID durante los años 2020 y 2021 no fue posible su celebración

Tabla 1. Jornadas y congresos organizados por el Grupo CTS-358-TOXICOLOGÍA en los últimos 5 años.

Jornada/Congreso	Lugar de celebración	Año
III Jornadas de Toxicología y Sociedad: Drogas de Abuso y Toxicología molecular	Sevilla	2019
XXIII Congreso Español de Toxicología y VII Iberoamericano 2019	Sevilla	2019
Jornadas de Toxicología: Seguridad alimentaria y drogas de abuso	Sevilla	2022
Jornadas de divulgación científica: Aportaciones de la Toxicología en la investigación de la seguridad de las sustancias y para la sociedad	Sevilla	2023

Con el fin de fomentar este tipo de actividades no sólo entre el alumnado sino también entre el profesorado, en las diferentes actividades anteriormente descritas han participado todos los docentes que forman parte del Grupo CTS-358, así como todo el personal predoctoral que se está formando en dicho grupo. De este modo, se le muestra al personal en formación la importancia que tiene la docencia, así como la continua formación en la misma mediante el uso de nuevas metodologías docentes.

Por lo tanto, como se puede comprobar dentro de las políticas de Educación superior y en las estrategias universitarias, la innovación se ha convertido en un eje clave. Para poder llevar a cabo este tipo de innovaciones, es necesario crear entornos académicos en los que la unidad entre la investigación y la innovación sea prioritaria. Esta unidad es fundamental para producir nuevos conocimientos, metodologías, tecnologías y otros avances que mejoren los procesos educativos, pedagógicos y didácticos dentro de la comunidad universitaria [5].

El objetivo de esta actividad fue el refuerzo de los conocimientos impartidos durante las clases, así como dar a conocer la influencia de la Toxicología en la sociedad a través de personal docente y científico altamente cualificado, fomentando de esta forma el interés de los estudiantes por la ciencia y más concretamente por la Toxicología. Así mismo, para promover la mejora de las habilidades de comunicación, los estudiantes de la asignatura "Toxicología Molecular" del Grado en

Bioquímica tuvieron la oportunidad de exponer los trabajos realizados en clase ante todos los asistentes a las jornadas.

2. Material y métodos

Para reforzar los conocimientos que los estudiantes adquieren durante las clases, y poder así mostrarles la utilidad y aplicabilidad que tienen en su vida diaria, se abordaron durante las jornadas temas impartidos en las clases. Se abordaron las ramas y aplicaciones que tiene la Toxicología en nuestra sociedad, tratándose de una ciencia multidisciplinar, la importancia de las diferentes vías de exposición a los tóxicos, los distintos métodos *in vitro* que son utilizados para determinar el perfil toxicológico de una sustancia y por lo tanto poder realizar una correcta evaluación toxicológica, así como los modelos *in vivo* más utilizados en investigación. Además, se afrontaron temas como la aplicación de los informes científicos en el ámbito regulatorio, así como otros de gran actualidad como es el caso del "ChemSex", y se exploró la toxicología desde una perspectiva más innovadora, utilizando el arte, el cine y la música. Con el fin de poder ampliar fronteras dentro del ámbito docente y del conocimiento científico, y poder así interactuar con expertos en ambos campos, se contó con la presencia de ponentes altamente cualificados en Toxicología a nivel nacional. Entre éstos, se encontraban la Dra. Dña. Ana M^a Bermejo Barrera, Catedrática de la Universidad de Santiago de Compostela, y experta en temas de Drogas de abuso; el Dr. D. Fernando

Gil Hernández, Catedrático de Toxicología de la Universidad de Granada, el cual mostró a los estudiantes la enseñanza de la Toxicología a través de otras perspectivas como son el cine o la literatura, y el Dr. D. Nahúm Ayala Soldado, Director del Servicio de Animales de Experimentación (SAEX) de la Universidad de Córdoba, que mostró los modelos animales más utilizados en investigación. De la US, se contó con las ponencias de la Dra. Dña. Silvia Pichardo, Catedrática de Universidad y miembro del comité científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), que explicó la aplicación de los informes elaborados por la agencia y las de las Dras. Dña. Ana Isabel Prieto y Dña. Remedios Guzmán, Profesoras Titulares del Área de Toxicología de la Facultad de Farmacia.

Además, entre los objetivos de las nuevas metodologías docentes se encuentra el propósito de facilitar al alumnado la adquisición de competencias. Por ello, se les ofreció a los estudiantes del Grado en Bioquímica que cursan la asignatura "Toxicología Molecular" la posibilidad de presentar una comunicación oral sobre un tóxico que fuera de su interés y cuya toxicidad hubiese sido abordada en alguna película o serie de tele-

visión, llevando a cabo una comparativa de la ficción con la realidad. Esta sección de las Jornadas denominada "Saca la toxicología del Aula" permitía que el alumnado desarrollase diversas competencias necesarias para su aprendizaje y posterior integración en el ámbito laboral tales como: aprendizaje activo, autonomía, reflexión y responsabilidad entre otras [6].

Para determinar la duración de esta actividad, se tuvieron en cuenta las respuestas obtenidas por los asistentes en las encuestas de satisfacción de Jornadas anteriores. Además, como se ha observado, se debe prestar especial atención a los tiempos de exposición para adaptarlos a la curva de atención y evitar el cansancio del auditorio [7]. Así, debido a la gran cantidad de contenidos que se iban a impartir y para evitar la pérdida de atención de los estudiantes, se estableció una duración de 5 horas para las Jornadas. Además, hay que tener en cuenta la fecha de celebración, ya que si los alumnos se encuentran en período de exámenes el número de asistentes puede ser menor. Por todo ello, se planteó su celebración para el viernes 26 de abril de 2024 en horario de 9:30 a 14:30h, con la distribución que se muestra en la Figura 1.

 JORNADAS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA: "INCLUSIÓN DE LA TOXICOLOGÍA EN LA SOCIEDAD" Facultad de Farmacia – Aula 1 26 de abril	
INAUGURACIÓN 9:30-9:45h Inauguración. Decanato de la Facultad de Farmacia. 9:45-10:00h Dra. Dña. Ana María Cameán Fernández, Catedrática de Toxicología, Universidad de Sevilla. Presidenta de Honor de la Asociación Española de Toxicología (AETOX).	PONENCIA DE TOXICOLOGÍA EXPERIMENTAL 12:00-12:30h "Uso de animales en investigación: Transparencia y divulgación". Dr. D. Nahúm Ayala Soldado. Director del Animalario de Córdoba Universidad de Córdoba.
PONENCIA DE EDUCACIÓN EN TOXICOLOGÍA 10:00-10:30h "Toxicología en Acción: Aplicaciones Cruciales para Nuestra Sociedad". Dra. Dña. Remedios Guzmán Guillén. Profesora Titular del Área de Toxicología de la Universidad de Sevilla.	PONENCIA DE SEGURIDAD ALIMENTARIA 12:30-13:00h "Aplicación de los informes científicos, de la evaluación a la gestión de riesgos" Dra. Dña. Dª Silvia Pichardo Sánchez. Catedrática de Toxicología, Universidad de Sevilla. Coordinadora de la Sección de Docencia de AETOX.
PONENCIA DE TOXICOLOGÍA FORENSE 10:30-11:00h "El ChemSex: situación actual". Dra. Dña. Ana María Bermejo Barrera. Catedrática de Toxicología de la Universidad de Santiago de Compostela.	PONENCIAS SOBRE LA TOXICOLOGÍA EN EL ARTE Y EN LA SOCIEDAD 13:00-14:00h "Cómo aprender Toxicología a partir de la literatura, la pintura, el cine y la música". Dr. D. Fernando Gil Hernández. Catedrático de Toxicología, Universidad de Granada.
PONENCIA DE MÉTODOS ALTERNATIVOS 11:00-11:30h "Desarrollo y evolución de métodos <i>in vitro</i> en investigación". Dra. Dña. Ana Isabel Prieto Ortega. Profesora Titular del Área de Toxicología de la Universidad de Sevilla.	14:00-14:30h "Saca La Toxicología Del Aula". Alumnos de 4º curso de Bioquímica del Grado de Bioquímica de la Facultad de Biología de la Universidad de Sevilla
11:30-12:00h DESCANSO	14:30h CLAUSURA

Figura 1. Programación de las Jornadas

Con el propósito de poder conocer el grado de satisfacción de los estudiantes con la actividad anteriormente descrita, al final de esta actividad, se les realizó un breve cuestionario. Y así, poder conocer su valoración sobre la elección de los ponentes, el contenido y calidad de las ponencias impartidas y la organización de las jornadas.

Este cuestionario además nos proporcionará información sobre los aspectos a cambiar y mejorar en próximas actividades a desarrollar, y lo que es más importante, nos aporta información sobre los conocimientos previos de los estudiantes en relación a los temas impartidos, así como su opinión en relación a su interés y utilidad.

Esta encuesta se realizó mediante un código QR que, al ser escaneado por los estudiantes, proporcionaba acceso directo al cuestionario, siendo más sencillo para ellos a la hora de contestarlo (Figura 2).



Figura 2. Código QR para acceder al cuestionario.

Esta encuesta estaba formada por un total de 15 preguntas, pudiéndose responder con una valoración del 1 al 5 (donde 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo), así como un apartado final en la que podían añadir comentarios adicionales y propuestas de mejora. Esta información se muestra en la Figura 3.

* Obligatoria

1. ASIGNATURA: *

☐ Toxicología

☐ Quimioinformática, Investigación e Historia de la Farmacia

☐ Laboratorio de Farmacia

☐ Toxicología de las Drogas de Abuso

☐ Introducción a las Ciencias Forenses

☐ Otra:

2. ¿Es la primera vez que asistes a una Jornada de divulgación científica? *

☐ Sí

☐ No

3. Se han cubierto tus expectativas en relación a las jornadas *

☆☆☆☆☆

4. Los contenidos desarrollados han sido interesantes y motivadores *

☆☆☆☆☆

5. La selección de los ponentes se ha ajustado a los objetivos de las jornadas *

☆☆☆☆☆

6. En general, la organización de las jornadas ha sido apropiada *

☆☆☆☆☆

7. Los contenidos desarrollados han sido interesantes y motivadores *

☆☆☆☆☆

8. La duración de las jornadas ha sido adecuada *

☆☆☆☆☆

9. En qué grado conocías los temas que se han tratado en estas jornadas *

☆☆☆☆☆

10. Los contenidos impartidos son útiles para mi desarrollo profesional *

☆☆☆☆☆

11. ¿Consideras que las actividades desarrolladas fueron adecuadas para tu nivel de conocimiento sobre ciencia? *

☆☆☆☆☆

12. ¿Hubo suficiente interacción con los ponentes y expertos durante las jornadas? *

☆☆☆☆☆

13. ¿Cómo calificarías la organización y logística de las jornadas? *

☆☆☆☆☆

14. ¿Recomendarías estas jornadas de divulgación científica a otras personas interesadas en el tema? *

☆☆☆☆☆

15. Satisfacción general: *

☆☆☆☆☆

16. Comentarios adicionales y propuestas de mejora:

Figura 3. Encuesta completada por los asistentes a las Jornadas

3. Resultados

A continuación, se describen los resultados obtenidos tras el análisis de las respuestas. Con relación a la asignatura que cursaban, la mayoría de los alumnos respondieron "Toxicología" (95%), por lo tanto, eran estudiantes del Grado en Farmacia o del Doble Grado en Farmacia y Óptica y Optometría (Figura 4).



Figura 4. Asignatura que cursaban los estudiantes asistentes a las Jornadas.

Con respecto a la pregunta de si era la primera vez que asistían a una Jornada de Divulgación Científica, tal y como se puede observar en la Figura 5, el porcentaje de alumnos que asistían por primera vez a una actividad de este tipo fue muy elevado, con un 82,5%.

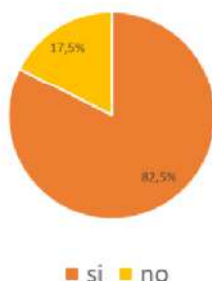


Figura 5. Asistencia por primera vez a unas Jornadas de Divulgación Científica.

En relación con la selección de los ponentes, los contenidos impartidos durante las Jornadas y sus expectativas sobre las mismas, lo cual se les preguntaba en las cuestiones 3-5, el grado de satisfacción del alumnado fue muy elevado, encontrándose la mayoría de sus respuestas entre las máximas puntuaciones (4 y 5) (Figuras 6-8).

4.14
Clasificación promedio

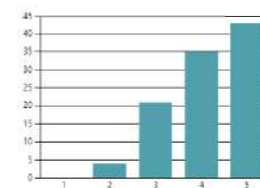


Figura 6. Nivel de satisfacción con los contenidos desarrollados durante las Jornadas, teniendo en cuenta que 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo.

4.43
Clasificación promedio

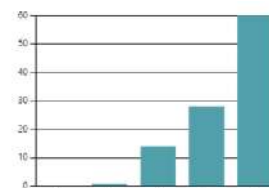


Figura 7. La selección de los ponentes se ha ajustado al objetivo de las Jornadas, teniendo en cuenta que 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo.

4.21
Clasificación promedio

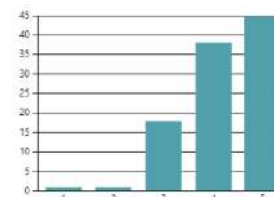


Figura 8. Nivel de satisfacción en relación a las expectativas sobre las Jornadas, teniendo en cuenta que 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo.

En relación con la organización de las Jornadas y la duración de éstas, la mayoría de los encuestados indicaron que les pareció adecuada, con una valoración promedia de 4,37 en relación a la organización, y de 3,72 en cuanto a su duración (Figuras 9 y 10).

4.37
Clasificación promedio

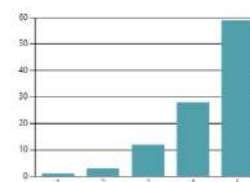


Figura 9. Nivel de satisfacción con la organización de las Jornadas, teniendo en cuenta que 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo.

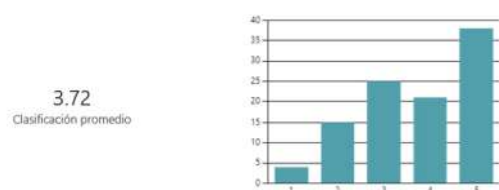


Figura 10. Adecuación de la duración de las Jornadas, teniendo en cuenta que 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo.

Además, nos interesaba conocer el nivel de conocimientos previos de los alumnos sobre los contenidos impartidos, su opinión sobre si les serían útiles para su desarrollo profesional y si las actividades llevadas a cabo eran adecuadas para su nivel de conocimientos sobre ciencia, preguntas del cuestionario 9, 10 y 11, respectivamente.

En el primer caso, se obtuvo una calificación promedio de 3,73, siendo 5 la puntuación más alta, lo cual mostraba los contenidos tratados les serían útiles para reforzar y ampliar los conocimientos impartidos previamente en clase (Figura 11).

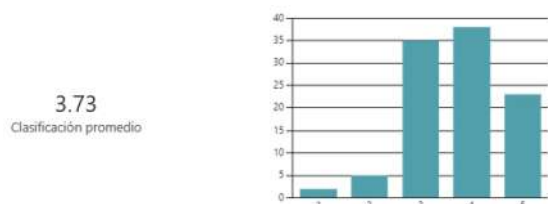


Figura 11. Conocimientos de los contenidos impartidos en las Jornadas, teniendo en cuenta que 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo.

En la pregunta 10, la gran mayoría de los alumnos consideraban que los contenidos impartidos les eran útiles para su desarrollo profesional (4,25 sobre 5) (Figura 12).

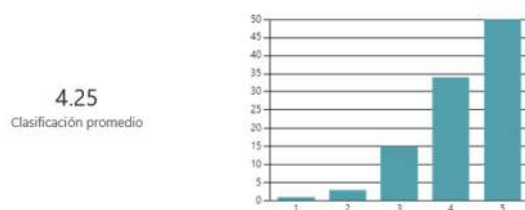


Figura 12. Valoración sobre la utilidad de los contenidos impartidos para su desarrollo profesional, teniendo en cuenta que 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo.

En relación, a la adecuación de las ponencias impartidas a su nivel científico, la calificación obtenida fue muy elevada ya que la gran mayoría de los encuestados se situaban en los niveles superiores, con una calificación promedio de 4,29 sobre 5 (Figura 13).

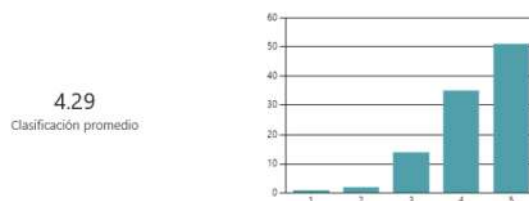


Figura 13. Adecuación de las actividades desarrolladas para tu nivel de conocimiento científico, teniendo en cuenta que 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo

También nos interesaba conocer la opinión de los alumnos sobre cómo había sido la interacción con los ponentes, y si recomendarían estas jornadas de divulgación científica a otras personas interesadas en el tema, preguntas 12 y 14 del cuestionario. En ambas preguntas, las respuestas obtenidas fueron muy positivas, ya que el nivel de interacción con los ponentes tuvo una valoración de 3,95 sobre 5 (Figura 14) y en relación con si recomendarían esta actividad a otras personas, el nivel de satisfacción fue de 4,34 sobre 5 (Figura 15).

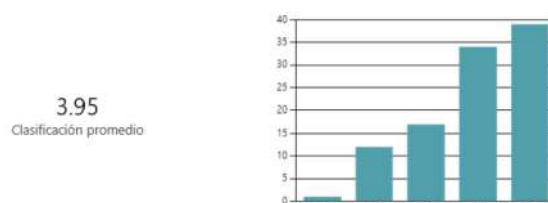


Figura 14. Nivel de interacción con los ponentes, teniendo en cuenta que 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo

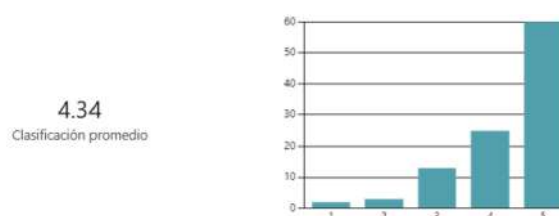


Figura 15. Recomendación de las Jornadas de Divulgación Científica, teniendo en cuenta que 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo.

Como puede observarse en la Figura 16, el nivel de satisfacción fue muy elevado con una calificación media de 4,22 sobre 5.

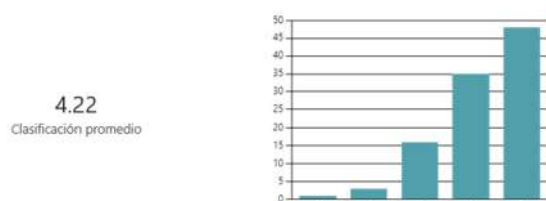


Figura 16. Nivel de satisfacción general con las Jornadas de Divulgación Científica, teniendo en cuenta que 1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo.

A modo de resumen, y con la finalidad de facilitar el análisis de los resultados obtenidos se muestra una tabla con la valoración de los alumnos a las preguntas formuladas en el cuestionario, donde 1 significa en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados del cuestionario de satisfacción.

Pregunta	Valoración
3	4,21
4	4,14
5	4,43
6	4,37
7	4,07
8	3,72
9	3,73
10	4,25
11	4,29
12	3,95
13	4,42
14	4,34
15	4,22

1: en desacuerdo, y 5: totalmente de acuerdo.

4. Discusión

Un aprendizaje de calidad debe entenderse como aquél rico en conocimientos, habilidades, aptitudes y valores, que permitan el uso de lo aprendido para tratar y dar solución a situaciones reales y sobretodo con vistas a una posible futura

actividad profesional [8]. Por ello, y con la finalidad de mostrarles a los alumnos que los conocimientos que se les imparten durante las clases, les serán útiles en su día a día y en un futuro profesional y personal, nos pareció interesante realizar estas Jornadas como actividad complementaria a aquellos conceptos teóricos que se dan en las clases. Para ello, se contó con la presencia de expertos de reconocido prestigio que impartieron ponencias entre las que se encontraban: las distintas ramas de la Toxicología aplicada en nuestra sociedad, los diferentes métodos empleados para la evaluación toxicológica de una sustancia, o temas de actualidad como es el fenómeno del "ChemSex".

De este modo, se les mostró a los alumnos la importancia de los conocimientos impartidos en clase para su aplicación en el día a día, resaltando que no se trata sólo de aprobar un examen, sino de que aprendan con vistas a su futuro profesional, ya que en nuestra sociedad actual la universidad es uno de los principales motores de desarrollo. Entre las funciones de la universidad se encuentra por un lado la formación para la adquisición de nuevos conocimientos y, por otro, enseñar al alumnado a adaptarse a nuevas situaciones en las que sean capaces de producir un conocimiento específico para cada momento y situación [9]. Además, las instituciones de educación superior no solo deben formar individuos que sean productivos en el mercado laboral, sino también para que florezcan y lleguen a ser buenos ciudadanos [10], motivo por el cual durante estas Jornadas se abordaron otros temas de actualidad como el "ChemSex", fomentando el pensamiento crítico y la toma de decisiones informada, lo que contribuye a la formación humana y personal de los estudiantes.

En relación a los resultados obtenidos tras la celebración de las Jornadas, ha sido muy gratificante comprobar el gran interés de los alumnos por esta actividad tal y como se ha podido observar en la alta tasa de inscritos (más de 170 alumnos), y más teniendo en cuenta que las Jornadas se celebraban un viernes, y que los alumnos no tenían clase, por lo cual fueron a la Facultad solo para asistir a las Jornadas. Esto nos anima para seguir desarrollando este tipo de actividades en próximos cursos.

Además, tras el análisis de los resultados obtenidos en las encuestas, es muy positivo poder comprobar la gran aceptación de esta actividad por parte de los estudiantes, no sólo por el gran número de inscritos como se ha comentado anteriormente, sino también por sus valoraciones sobre las ponencias realizadas.

También ha sido muy gratificante ver la implicación de los alumnos del Grado en Bioquímica de la US en la participación en estas Jornadas mediante la exposición de comunicaciones orales en la sección "Saca la toxicología del Aula". Esto pone de manifiesto cómo la motivación del alumnado despierta el interés e impulsa sus esfuerzos para lograr metas académicas definidas [11].

Por lo tanto, podemos poner de manifiesto, tal y como también se describe en Guzmán-Guillén y cols. [12], que a los alumnos les agrada la celebración de actividades de divulgación científica como una metodología que les enseña o les permite conocer otros aspectos docentes o de investigación y que sin la celebración de este tipo de actividades no sería posible. Esto es algo muy gratificante para nosotros como docentes, ya que los conocimientos mostrados en el aula se traducen en un conocimiento aplicable en la vida cotidiana de los estudiantes, además de mostrarse los desafíos científicos y aplicaciones actuales en el ámbito de la Toxicología.

5. Conclusiones

La utilidad y la importancia del uso de nuevas metodologías docentes se reflejan claramente en los resultados obtenidos a través del cuestionario tras la realización de las Jornadas de Divulgación Científica. A través de éstas, los alumnos han adquirido y/o reforzado conocimientos relacionados con la Toxicología, los cuales son impartidos durante las clases, mostrándoles su utilidad para la vida cotidiana. Las valoraciones tan positivas recibidas por parte del alumnado nos motivan a continuar desarrollando actividades innovadoras que sean útiles y beneficiosas para los alumnos, siempre con el fin de mejorar la calidad de la docencia universitaria.

Agradecimientos

VII Plan de Investigación y Transferencia de la Universidad de Sevilla por la concesión de una Ayuda para Actividades de Divulgación Científica (IV.2) y a la Asociación Española de Toxicología (AETOX).

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Vallespín D. La divulgación científica como estrategia universitaria. El blog de Studia XXI [Internet]. Noviembre 2020 [consultado 04/06/2024]. Disponible en: <https://www.universidadsi.es/divulgacion-cientifica-estrategia-universitaria/>.
2. Liesa-Orús M, Latorre-Coscolluela C, Vázquez-Toledo S, Sierra-Sánchez V. The technological challenge facing higher education professors: perceptions of ICT tools for developing 21st century skills. *Sustainability*. 2020;12(13):5339. <https://doi.org/10.3390/su12135339>.
3. Vital M. La investigación en los procesos de enseñanza aprendizaje. *Vida científica* [Internet]. Julio 2015 [consultado 04/06/2024];3(6). Disponible en: [doi:10.3390/su12135339](https://doi.org/10.3390/su12135339).
4. Moreno Ó. La investigación científica en el aula. En: Moreno Díaz Ó. La investigación científica en el aula: de la transmisión a la creación del conocimiento. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF);2020.175-83.

5. Macanchí ML, Bélgica OC, Campoverde MA. Innovación educativa, pedagógica y didáctica. Concepciones para la práctica en la Educación Superior. Universidad y Sociedad. 2020;12(1):396-403.
6. Fernández A. Metodologías activas para la formación de competencias. Educatio siglo XXI. 2006;24:35-56.
7. Rodríguez M. Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. Tendencias pedagógicas. 2015;17:83-102.
8. Parcerisa Aran A, Abadal E, Ortín Rull J, Pons Fanals E, Puig Cros H, Sayós Santigosa R, Solé Catalá M, Sulé Duesa A. Prólogo. En: Parcerisa Aran A. Ejes para la mejora docente en la universidad. Barcelona: Ediciones Octaedro; 2011.9-15.
9. Pérez S, Castaño R. Funciones de la Universidad en el siglo XXI: humanística, básica e integral. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado. 2016;19(1):191-9. 10.6018/reifop.19.1.202451.
10. Solana I. Las universidades no solo deben formar individuos productivos para el mercado, sino también buenos ciudadanos. La Mirada Humana [Internet]. Febrero 2023 [consultado 07/06/2024]. Disponible en: <https://institutoculturaysociedad.wordpress.com/2023/02/02/las-universidades-no-solo-deben-formar-individuos-productivos-para-el-mercado-sino-tambien-buenos-ciudadanos/>.
11. Polanco A. La motivación en los estudiantes universitarios. Actualidades Investigativas en Educación. 2005;5(2):1-13.
12. Guzmán-Guillén R, Puerto M, Pichardo S, Jos Gallego A, Cameán AM, Diez-Quijada L, Medrano C, Cascajosa A, Cebadero O, Casas A, Plata C, Prieto AI. Jornadas de divulgación científica: Aportaciones de la Toxicología en la investigación de la seguridad de las sustancias y para la sociedad. Rev Esp Cien Farm. 2023;4(1):128-137.

Este trabajo debe ser citado como:

Diez-Quijada L, Guzmán-Guillén R, Prieto AI, Pichardo S, Jos A, Cameán AM, Cascajosa-Lira A, Casas-Rodríguez A, Plata-Calzado C, Puerto M. Actividades complementarias para el aprendizaje y refuerzo de la Toxicología en los estudiantes mediante el abordaje de temas de actualidad. Rev Esp Cien Farm. 2024;5(1):25-34.

Originales Breves

El Aula Invertida como Estrategia para mejorar la Asistencia a Clases de Contactología I

Flipped Classroom as a Strategy to Improve Attendance in Contactology I Lessons

Serrano-Morales, JM¹ *

¹Departamento de Física de la Materia Condensada, Área de Óptica, Universidad de Sevilla, España.

* Correspondencia: jsmorales@us.es

Recibido 9 de julio de 2024, aceptado 26 de julio de 2024.

Resumen: Este trabajo describe el diseño de un ciclo de mejora en el aula aplicado en la asignatura Contactología I, impartida tanto en el Grado en Óptica y Optometría como en el Doble Grado en Farmacia y en Óptica y Optometría de la Facultad de Farmacia en la Universidad de Sevilla. El objetivo de este ciclo de mejora es aumentar la asistencia a clases de los alumnos, además de adquirir competencias con respecto al uso de soluciones de mantenimiento de lentes de contacto en distintas casuísticas que se podrían presentar durante el futuro desarrollo profesional del alumnado. El modelo metodológico se basa en la clase invertida, en la que el alumnado busca información a partir de unas directrices y expone en el aula el trabajo realizado evaluándose las competencias mediante la resolución de casos prácticos con herramientas de gamificación. Con la aplicación del aula invertida se consiguió un aumento en la asistencia a clase (36% antes de la actividad frente a 56% durante la misma). Además, los alumnos que participaron en el ciclo de mejora consiguieron mejores resultados en las pruebas de evaluación con respecto a los no participantes en todas las preguntas relacionadas con la parte del temario objeto de la actividad.

Abstract: This article describes the design of an Improvement Cycle in Classroom to be applied in the subject Contactology I, belonging to the Optics and Optometry degree and Pharmacy and Optics and Optometry degree (Pharmacy Faculty, University of Seville). The objective of this cycle is to improve class attendance as well as the competences acquired by the students regarding maintenance solutions for contact lenses in different situations that would be faced by them during their future professional career. The methodological model is based on the flipped classroom model, in which the students have searched information starting from the professor advice. The work made has been exposed in

class, being the competences evaluated by solving case reports through gamification applications. The implementation of the flipped classroom resulted in an increase in class attendance (36% before the activity versus 56% during it). In addition, the students who participated in the improvement cycle achieved better results in the evaluation tests compared to the non-participants in all the questions related to the section of the syllabus covered by the activity.

Palabras clave: aula invertida; metodología práctica; ludificación; asistencia; grado en óptica y optometría; contactología.

Keywords: flipped classroom; practical methodology; gamification; class attendance; optics and optometry degree; contactology.

1. Introducción

La asignatura de Contactología I es una asignatura de carácter obligatorio, impartida en las titulaciones de Grado en Óptica y Optometría (tercer curso) y Doble Grado en Farmacia y Óptica y Optometría (quinto curso) en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla. La docencia de esta asignatura está asignada al Área de Óptica del Departamento de Física de la Materia Condensada.

La Contactología es la ciencia que estudia las técnicas de adaptación, materiales, diseños, utilización y control de las lentes de contacto. Contactología I es la primera toma de contacto de los estudiantes con este mundo, precediendo a las asignaturas de Contactología II y Consultas de Contactología en el plan de estudios. Es una asignatura cuatrimestral, con una carga docente de 6 créditos ECTS (3 ECTS Clases Teóricas, 1,5 ECTS Clases en Seminarios y 1,5 ECTS Prácticas de Laboratorio).

Dentro de las competencias específicas descritas, tanto en el Programa de la Asignatura como en el Proyecto Docente de esta, se encuentra “conocer las disoluciones de mantenimiento, diagnóstico y tratamiento, y asociarlas con las características lenticulares y oculares”. Actualmente se utiliza una metodología basada en la clase teórica y la resolución de casos prácticos para alcanzar dichas competencias.

Además de las competencias específicas comentadas, en esta parte del temario también se trabajan las siguientes competencias genéricas:

1. Saber aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración, defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de la Óptica-Optometría.
2. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Óptica-Optometría para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
3. Capacidad de aprendizaje (capacidad de análisis, de síntesis, de visión global y de aplicación de los conocimientos a la práctica).
4. Capacidad de trabajar en equipo y de contribuir a un proyecto común (incluyendo la participación en proyectos interdisciplinares y el trabajo en equipos multiculturales e internacionales).
5. Capacidad comunicativa (capacidad de comprensión, de expresión oral y escrita en castellano e inglés, dominio del lenguaje especializado, realización de presentaciones).
6. Capacidad de búsqueda, uso e integración de información, incluyendo el conocimiento de las nuevas tecnologías de información.
7. Capacidad para la planificación y gestión del tiempo.

En años anteriores la asistencia a la asignatura de Contactología I ha sido de un 58% en el curso 2022-23 [1]. Sin embargo, en el curso 2023-24 se detectó una asistencia mucho menor por parte del alumnado, un 36% de media durante el primer mes de docencia. El profesorado encargado del temario impartido hasta ese momento era el mismo en ambos cursos académicos, por lo tanto, la escasa asistencia podría explicarse por falta de motivación.

Para aumentar la motivación del alumnado y, por tanto, intentar aumentar la asistencia a clase se ha utilizado el aula invertida, estrategia que ya se ha utilizado con fines motivacionales [2]; y una posterior evaluación de lo aprendido mediante ludificación.

2. Material y métodos

2.1. Aula Invertida

Para conseguir una mayor motivación y capacidad de aplicación de los contenidos en casos prácticos se reestructurará la metodología utilizada en el tema dedicado a “Soluciones de Mantenimiento para Lentes de Contacto”, ya que el contenido de esta parte del temario es ideal para la búsqueda de información por parte del alumnado.

Se propone un modelo de aula invertida, facilitando un documento en el que aparece un guion básico de partida para que el alumno conozca los conceptos básicos y desarrolle el tema a partir de estos conceptos. En dicho documento aparece bibliografía disponible en la Universidad de Sevilla, así como fichas técnicas y catálogos de productos de distintos fabricantes disponibles en línea. Como bibliografía se proponen diferentes títulos disponibles en el repositorio de la Universidad de Sevilla con libre acceso por parte del alumnado [3-6].

Con el aula invertida se pretende aumentar el tiempo empleado en metodología de carácter práctico, disminuyendo el tiempo empleado en la explicación teórica de los contenidos dando la posibilidad al alumno de realizar la búsqueda de información de forma autónoma y realizando en

clase la puesta en común de la información recabada, y posteriormente, la resolución de casos prácticos en grupos de trabajo. De esta manera, el tiempo dedicado a conceptos teóricos se verá disminuida en beneficio de un modelo metodológico más práctico (Figura 1).

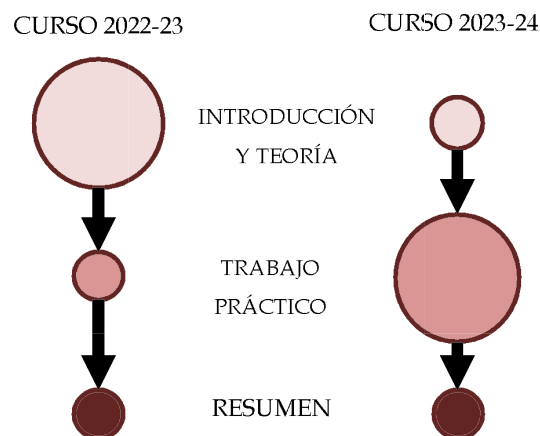


Figura 1. Modelo metodológico utilizado para el tema correspondiente a soluciones de mantenimiento de lentes de contacto. Se propone un aumento en el tiempo dedicado a trabajar métodos de carácter práctico.

Como el temario impartido en formato clase magistral y el material proporcionado por el docente se redujo simplemente a la presentación del guion inicial, la implicación, asistencia y participación del alumnado será determinante para la superación de las preguntas sobre dicho temario en las pruebas de evaluación.

La aplicación del aula invertida sobre el temario relacionado con Soluciones de Mantenimiento de Lentes de Contacto se extendió durante 5 sesiones:

- **Sesión 1:** se presentó durante 30 minutos el guion inicial, se explicó la metodología de búsqueda de información y se comentó dónde podrían localizar dicha bibliografía propuesta. Se establecieron grupos de trabajo, resultando 9 grupos de entre 4 y 6 alumnos.
- **Sesiones 2, 3 y 4:** los alumnos buscaban información e iban enviando los resultados de la búsqueda al docente. Todo el alumnado realizaba la búsqueda del contenido

completo y conforme al material enviado al docente, éste estableció el contenido expuesto por cada grupo. Al finalizar la exposición, se abrió un debate en el que participaba todo el alumnado y el docente hacía de moderador, enfatizando los conceptos más importantes.

- **Sesión 5:** se finalizaron las exposiciones y posterior debate y se utilizó la ludificación para evaluar la comprensión de los conceptos más importantes.

La valoración del conjunto de la actividad no tendrá un peso directo en la calificación final ya que no está incluida en los criterios de evaluación del Proyecto Docente de la asignatura.

2.2. Ludificación

Para poder evaluar y detectar el nivel de comprensión del alumnado sobre el tema de Soluciones de Mantenimiento de Lentes de Contacto, se diseñó una batería de preguntas utilizando la herramienta de ludificación Kahoot, constando de 10 preguntas tipo test, con 4 opciones de respuesta, siendo sólo una la correcta. El enunciado era un supuesto práctico relacionado con el temario expuesto por el alumnado en sesiones anteriores. Los estudiantes resolvieron correctamente el 73% de las cuestiones planteadas. El 100% de los alumnos contestaron correctamente 5 o más preguntas y el 70% lo hicieron en 8 o más preguntas (Figura 2).

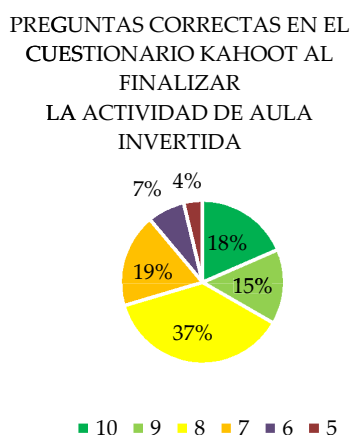


Figura 2. Porcentaje de alumnos que respondieron correctamente el número indicado de preguntas. El cuestionario constaba de 10 preguntas tipo test.

3. Resultados

3.1. Asistencia a clases y pruebas de evaluación

Al realizar un seguimiento continuado de los avances en la búsqueda y elaboración del material a exponer por el alumnado, se produjo un aumento en la asistencia a clase, pasando de un 36% antes de las sesiones dedicadas al aula invertida, a un 56% durante las sesiones dedicadas a la misma (Figura 3A).

Igualmente, los alumnos estaban más motivados para estudiar y presentarse a las pruebas de evaluación, ya que el 100% de los alumnos participantes en la actividad de innovación docente se presentaron a la convocatoria de evaluación pre-final, mientras que dentro del grupo de los alumnos que no participaron el porcentaje disminuyó a un 41% (Figura 3B).

3.2. Competencias adquiridas y resultados en las pruebas de evaluación.

Con la aplicación de las acciones del ciclo de mejora en el aula propuestas, basadas en la metodología de aula invertida y haciendo seguimiento de las competencias adquiridas mediante ludificación, se consigue dar más valor al temario relacionado con soluciones de mantenimiento de lentes de contacto. No solo un valor en cuanto a las calificaciones, si no un valor en cuanto a la importancia que tiene con respecto a la influencia que tienen estos conceptos y su aplicación práctica en el éxito de la adaptación de lentes de contacto.

Para la evaluación de las competencias y conocimientos adquiridos relacionados con esta parte del temario se formularon dos preguntas tipo test (pregunta 15 y 16) y una pregunta corta relacionada con un caso práctico en la prueba de evaluación previa a la primera convocatoria. En todas ellas el grupo del alumnado participante en la actividad de innovación docente obtuvo mejores resultados que el grupo no participante (Figura 4). En la pregunta 16 el resultado fue peor de lo esperado en ambos grupos. Sin embargo, esta pregunta estaba diseñada para ser de alta dificultad y ser decisiva para obtener altas calificaciones.

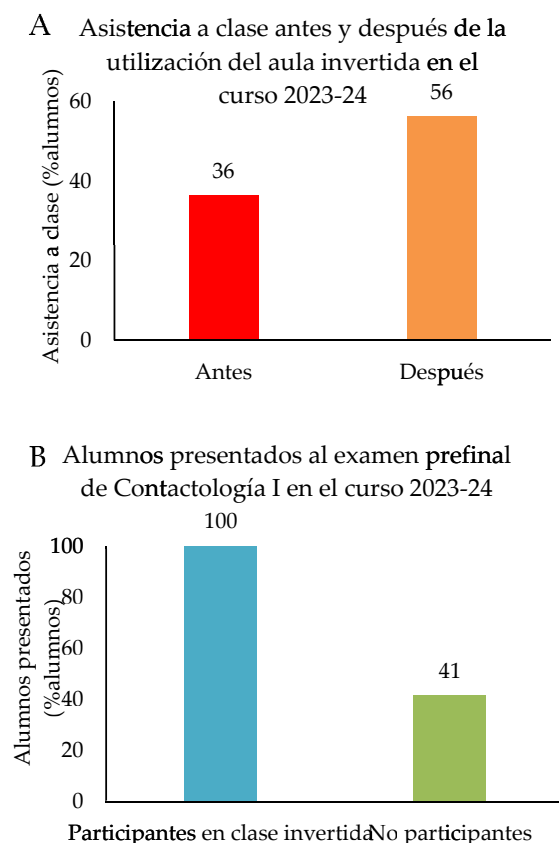


Figura 3. Efecto de la aplicación del aula invertida en la asistencia a clases (A) y en la asistencia a pruebas previas a la evaluación final (B). A: porcentaje de asistencia del alumnado antes y después de la aplicación del aula invertida, con respecto al total de alumnos matriculados. B: porcentaje de alumnos que se presentaron a la prueba de evaluación previa entre los participantes y no participantes en la actividad de aula invertida.

4. Discusión

El Grado en Óptica y Optometría es una titulación sanitaria en la que hay un enfoque asistencial y el alumnado está habituado a la realización de casos prácticos, sobre todo en cursos superiores, por lo que la inclusión de la metodología del aula invertida para el temario de "Soluciones de mantenimiento de lentes de contacto" debe aumentar la motivación para la obtención de las competencias relacionadas con este tema. Ya se han obtenido buenas valoraciones en formularios de satisfacción de actividades de innovación docente en titulaciones sanitarias, con un 90% de alumnos satisfechos en cuanto a la metodología de apren-

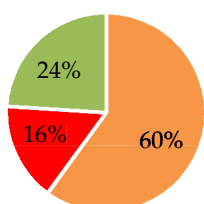
dizaje y una nota de 8,2 sobre 10 en cuanto a la valoración global de la actividad [7].

La participación por parte del alumnado se asemeja a la asistencia a clase presencial de forma habitual en cursos anteriores, siendo esto igual a experiencias anteriores en otras asignaturas impartidas en la Facultad de Farmacia [8].

Las competencias adquiridas con la aplicación de estas acciones durante el curso 2023-24 han resultado en una mejora de las calificaciones obtenidas en las preguntas prácticas relacionadas con las soluciones de mantenimiento de lentes de contacto en el grupo de alumnos participantes en la actividad de aula invertida en comparación con los no participantes. Se obtuvieron mejores calificaciones en todas las preguntas de las pruebas de evaluación de los alumnos participantes en la actividad de innovación docente con respecto a los alumnos que no participaron. En la prueba de evaluación de la primera convocatoria oficial del curso 2022-23 se realizaron dos preguntas sobre el temario correspondiente a soluciones de mantenimiento de lentes de contacto, una tipo test, puramente teórica; y la otra era un caso práctico; mientras que en el examen pre-final del curso 2023-24 se realizaron dos preguntas tipo test y un caso práctico. Mientras que los resultados en las preguntas tipo test fueron semejantes en ambos cursos, los resultados en la resolución del caso práctico fueron mejores en el presente curso, siendo contestado correctamente por el 40% del alumnado, frente al 8% en el curso 2022-23 [1].

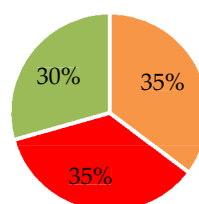
Ya se han observado anteriormente mejores resultados en las pruebas de evaluación al aplicar esta metodología docente en asignaturas afines, como Contactología II [9, 10] y otras de ramas sanitarias, como el caso de la asignatura de Nutrición y Bromatología, del Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla [8]. En la propia asignatura de Contactología I se ha aplicado en cursos anteriores una metodología basada en casos clínicos en otras secciones del temario, con éxito en cuanto a la adquisición de competencias por el alumnado [11].

RESULTADOS PREGUNTA 15
PARTICIPANTES AULA INVERTIDA



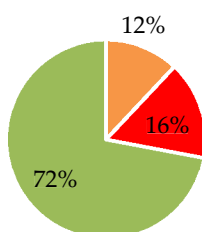
■ Correcto ■ Incorrecto ■ No responde

RESULTADOS PREGUNTA 15
NO PARTICIPANTES AULA INVERTIDA



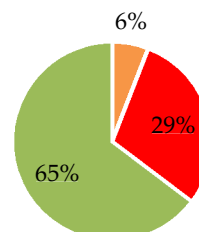
■ Correcto ■ Incorrecto ■ No responde

RESULTADOS PREGUNTA 16
PARTICIPANTES AULA INVERTIDA



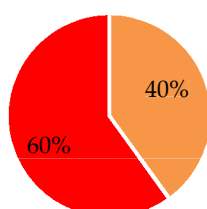
■ Correcto ■ Incorrecto ■ No responde

RESULTADOS PREGUNTA 16
NO PARTICIPANTES AULA INVERTIDA



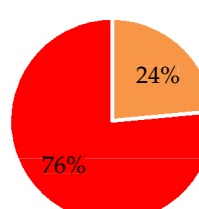
■ Correcto ■ Incorrecto ■ No responde

RESULTADOS CASO PRÁCTICO
PARTICIPANTES AULA INVERTIDA



■ Correcto ■ Incorrecto

RESULTADOS CASO PRÁCTICO
NO PARTICIPANTES AULA INVERTIDA



■ Correcto ■ Incorrecto

Figura 4. Resultados de las preguntas relacionadas con el temario de solución de mantenimiento de lentes de contacto planteadas en la prueba de evaluación previa a la primera convocatoria. Se formularon dos preguntas tipo test (15 y 16) y un caso práctico. Columna de la izquierda: resultados de los alumnos participantes en la actividad de aula invertida. Columna de la derecha: resultados de los no participantes.

La elaboración de material de apoyo al aula invertida, como material audiovisual a modo resumen, o la presentación de casos mediante vídeos, podría aumentar aun más la participación de los estudiantes en este tipo de ciclos de mejora en el aula. Otra necesidad para mejorar la motivación del alumnado es incluir esta actividad en el Proyecto Docente, de manera que tenga un peso directo en la calificación de la asignatura.

2. Con el aula invertida se mejora la motivación de los estudiantes por la asignatura, viéndose reflejado en una mayor asistencia a las pruebas de evaluación previa.

3. La utilización del aula invertida consigue una mejor comprensión de la materia, sobre todo si se refiere a la resolución de casos prácticos, reflejándose en la obtención de mejores resultados en las pruebas de evaluación.

5. Conclusiones

1. La utilización de un ciclo de mejora en el aula utilizando la clase invertida puede mejorar la asistencia a clase.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Serrano-Morales, JM. Aplicación del aula invertida en la docencia sobre soluciones de mantenimiento de lentes de contacto. *Rev Esp Cien Farm.* 2023;4(1):79-85.
2. Mendaña-Cuervo C, López-González E. Impacto de la clase invertida en la percepción, motivación y rendimiento académico de estudiantes universitarios. *Formación universitaria.* 2021;14(6):97-108. doi: 10.4067/S0718-50062021000600097.
3. González-Méijome JM, Villa Collar C. Superficie ocular y lentes de contacto. Madrid: Fundación Salud Visual; 2016.
4. Phillips AJ, Speedwell L, Hough T. Contact lenses. Sixth edition. London Elsevier Inc.; 2019.
5. Hom MM, Bruce AS. Manual of contact lens prescribing and fitting; with CD-ROM. 3rd ed. Oxford: Butterworth Heinemann Elsevier; 2006.
6. Martín Herranz R. Contactología aplicada: un manual práctico para la adaptación de lentes de contacto. Madrid: ICM; 2005.
7. Hernández-Hierro JM. Gamificación y otras estrategias docentes en seminarios y prácticas de laboratorio de la asignatura Nutrición y Bromatología. En: Porlán R, Navarro E, editores. *Jornadas de Formación e Innovación Docente del Profesorado.* Sevilla: Editorial Universidad de Sevilla; 2018. p. 1100-17. doi: 10.12795/JDU.2018.i01.62.
8. Hernández-Hierro JM. Uso del aula invertida adaptativa en la asignatura Nutrición y Bromatología. En: Porlán R, Navarro E, Villarejo AF, editores. *Ciclos de Mejora en el Aula año 2020. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla.* Sevilla: Editorial de la Universidad de Sevilla; 2021. p. 2479-97. doi: 10.12795/9788447231003.113.

9. Bautista-Llamas MJ. Aprendizaje basado en el planteamiento de casos clínicos en Contactología. En: Porlán R, Navarro E, editores. Ciclos de Mejora en el Aula año 2019. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla. Sevilla: Editorial de la Universidad de Sevilla; 2019. p. 267-87. doi: 10.12795/9788447221912.011.
10. García-Romera MC. Una forma diferente de abordar el estudio del cálculo de lentes de contacto de hidrogel-silicona a partir de casos clínicos, de las lentes terapéuticas y de los sistemas de limpieza y desinfección, en la asignatura Contactología II. En: Porlán R, Navarro E, Villarejo AF, editores. Ciclos de Mejora en el Aula año 2020. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla. Sevilla: Editorial de la Universidad de Sevilla; 2021. p. 1471-86. doi: 10.12795/9788447222865.084.
11. Capote-Puente R. Innovación y creatividad docente desde la asignatura de Contactología I. En R. En: Porlán R, Navarro E, Villarejo AF, editores. Ciclos de Mejora en el Aula año 2020. Experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla. Sevilla: Editorial de la Universidad de Sevilla; 2021. p. 219-35. doi: 10.12795/9788447231003.01.

Este trabajo debe ser citado como:

Serrano-Morales JM. El Aula Invertida como Estrategia para mejorar la Asistencia a Clases de Contactología I. *Rev Esp Cien Farm.* 2024;5(1):35-42.

Originales Breves

Gamificación y realidad virtual: Implementación en el laboratorio analítico

Gamification and virtual reality: Implementation in the analytical laboratory

Lobo-Prieto A*, Díaz-Montaña EJ, Baca-Bocanegra B, Nogales-Bueno J, Tena N, Jara-Palacios MJ, Aparicio-Ruiz R, Orta MM, Hernanz D, Morales MT

Departamento de Química analítica, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla.

* Correspondencia: alobo2@us.es

Recibido 3 de julio de 2024, aceptado 20 de julio de 2024.

Resumen: Las alternativas no presenciales que permitan la realización de tareas prácticas, utilizadas de forma habitual en la docencia de la Química en general, son cada vez más demandadas, debido al elevado número de alumnos del Grado en Farmacia, y el reducido tiempo y espacios disponibles para llevar a cabo actividades prácticas. El objetivo principal de este trabajo consiste en evaluar el efecto de la implementación de un *Serious Game*, adaptado para impartir conceptos relacionados con la química analítica y los laboratorios de control de calidad, en el rendimiento académico de alumnos universitarios del Grado en Farmacia. Así como, valorar el grado de satisfacción y motivación del alumnado frente a la propuesta docente. Para ello, se llevó a cabo la creación de nuevos materiales docentes virtuales para la asignatura “Control de Calidad en el Laboratorio Analítico” del Grado en Farmacia. Tras su desarrollo y puesta a punto, la aplicación de laboratorios digitales “Late Nite Labs” fue implementada durante un curso académico. Las calificaciones de los exámenes finales de los alumnos obtenidas en dos cursos académicos consecutivos, uno de ellos con acceso a la aplicación (“Grupo experimental”) y otro no (“Grupo control”), fueron recogidas y analizadas. Los principales resultados muestran que el “Grupo experimental” obtuvo mejores calificaciones finales comparado con el “Grupo control”, lo que sugiere que el progreso en el aprendizaje del “Grupo de experimental” podría ser mayor que el del “Grupo de control”. Estos resultados ponen de manifiesto que la utilización del *Serious Game* “Late Nite Labs” ayudó a los alumnos a fijar conceptos relacionados con la química analítica y los sistemas de gestión de la calidad, permitiéndoles desarrollar las habilidades y competencias esperadas durante la asignatura.

Abstract: The creation of non-classroom alternatives that allow the performance of practical tasks, commonly used in the teaching of Chemistry in general, are increasingly demanded, due to the high number of students of the Degree in Pharmacy, and the reduced time and space available to carry out practical activities. The main objective of this work is to evaluate the effect of the implementation of a Serious Game, adapted to develop concepts related to Analytical Chemistry and quality control laboratories, on the academic performance of university students of the Degree in Pharmacy. As well as to assess the degree of satisfaction and motivation of the students in relation to the teaching proposal. For this purpose, new virtual teaching materials were created for the subject "Quality Control in the Analytical Laboratory" of the Degree in Pharmacy. After its development, the "Late Nite Labs" digital laboratory application was implemented for one academic year. Students' final exam marks obtained in two consecutive academic years, one with access to the application ("Experimental Group") and one without ("Control Group"), were collected and analyzed. The main results show that the "Experimental Group" obtained better final marks compared to the "Control Group", suggesting that the learning progress of the "Experimental Group" could be higher than that of the "Control Group". These results show that the use of the Serious Game "Late Nite Labs" helped students to fix concepts related to Analytical Chemistry and quality management systems, allowing them to develop the skills and competencies expected during the course.

Palabras clave: Prácticas de laboratorio virtuales, Control de calidad, Química Analítica, *Serious game*.

Keywords: Virtual laboratory practices, Quality control, Analytical Chemistry, Serious game.

1. Introducción

La creación de alternativas no presenciales que permitan la realización de tareas prácticas, utilizadas de forma habitual en la docencia de la Química en general, y de la Química Analítica en particular, son cada vez más demandadas en las aulas. Especialmente, tras la pandemia provocada por el SARS-CoV-2, se ha detectado la necesidad de desarrollar nuevas herramientas que permitan la educación a distancia, de forma no presencial, y que logren y favorezcan la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje, eliminando así barreras y haciendo la educación accesible y flexible para todos [1].

Estos modelos de enseñanza aprendizaje no presencial se ven favorecidos en la actualidad debido al rápido crecimiento de la industria tecnológica, que ha generado una gran oportunidad de accesibilidad al aprendizaje para los alumnos y nuevas fuentes de enseñanza para los docentes. Unido a esto, el rápido desarrollo del mercado del entretenimiento con aplicaciones "gamificadas" para grandes audiencias promete potencialmente nuevas e interesantes oportunidades de enseñanza, de adquisición de fuentes de datos e, incluso, de líneas de investigación [2]. La combi-

nación de las técnicas de "gamificación" y el uso de aplicaciones virtuales ofrece una herramienta para la preparación y la complementación de la enseñanza que va a fomentar la adquisición de diversas competencias, tanto transversales como específicas, entre los alumnos [3]. Teniendo en cuenta que esta nueva forma de docencia implica un cambio en la forma de realizar las tareas docentes [4], los esfuerzos del profesorado también deben ir destinados al desarrollo e implementación de nuevas estrategias para la evaluación de los resultados obtenidos.

Actualmente, la tecnología ofrece un amplio abanico de posibilidades para la enseñanza, desde el uso de vídeos, quizzes, mapas conceptuales, escape-rooms y aplicaciones 2D y 3D [5-7]. Dentro de estos últimos, los Serious Games (SG) han ido aumentando su importancia y uso en docencia a lo largo del tiempo [8-10]. Los SG, o "juegos serios", son juegos que están diseñados específicamente para aprender o entrenar una determinada habilidad, por lo que no se consideran juegos de entretenimiento. Debido a su versatilidad, presentan múltiples aplicaciones en diferentes campos educativos, ya que cuentan con un amplio abanico de mundos virtuales, que ofrecen oportunidades para la creación de cualquier espacio

virtual demandado por el docente. Numerosos estudios empíricos demuestran que los SG facilitan el desarrollo del proceso cognitivo [11], aumentando la motivación y mejorando así el proceso de aprendizaje [12].

En este contexto, el objetivo principal de este trabajo consiste en evaluar el efecto del uso de un SG, basado en la aplicación “Late Nite Labs”, en el rendimiento académico de los alumnos del Grado en Farmacia, ayudándolos a fijar conceptos relacionados con la Química Analítica y los sistemas de gestión de la calidad, así como favorecer el progreso de las habilidades y competencias establecidas en el plan docente. Para ello, la aplicación propuesta fue adaptada para desarrollar conceptos relacionados con la Química Analítica y los laboratorios de control de calidad, asignatura impartida en el Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla. Además, esta propuesta docente contempla valorar el grado de satisfacción de los usuarios, la comodidad de uso en el aula y la motivación del alumnado. Esta iniciativa docente se presenta como una posible solución para complementar el aprendizaje de los alumnos en contenidos relacionados con el control de calidad y en los que existen limitaciones de actividades prácticas, debido al elevado número de alumnos y el reducido tiempo y espacios de los que se dispone para llevarlas a cabo.

2. Material y métodos

2.1. Ambito de aplicación

Se creó un nuevo material didáctico, basado en un SG o simulador 3D, que fue aplicado en la asignatura Control de Calidad en el Laboratorio Analítico, impartida en el cuarto curso del Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla.

Con el objetivo de implementar el nuevo material didáctico y poder llevar a cabo una comparación y verificación empírica de los resultados de su aplicación en el rendimiento académico de los alumnos de la asignatura Control de Calidad en el Laboratorio Analítico, se tuvieron en cuenta dos cursos académicos consecutivos, denominados primer curso y segundo curso. Estos dos cur-

sos compartían el mismo equipo docente y programa de la asignatura, sin embargo, la metodología de enseñanza implementada fue distinta, un grupo (Grupo Control) siguió una metodología docente de enseñanza convencional, mientras que en otro (Grupo experimental) se implementó el uso de la aplicación como complemento docente. La Figura 1 muestra un esquema breve que representa la estrategia diseñada. En el primer curso, ninguno de los alumnos matriculados en la asignatura tuvieron acceso a la aplicación o simulador 3D, es decir, todos los alumnos formaron un “Grupo control 1” (100% de alumnos). Estos alumnos siguieron una planificación metodológica de enseñanza convencional, que sirvió de referencia para evaluar los efectos del uso de la aplicación como herramienta docente. Por el contrario, en el segundo curso se implementó el uso de la aplicación en clase. Aun así, los alumnos se dividieron en dos grupos de forma aleatoria; alumnos que tenían acceso a las prácticas con la aplicación, denominado “Grupo experimental” (70% del total de alumnos) y alumnos que no tenían acceso a la aplicación, denominado “Grupo control 2” (30% del total), siendo estos últimos tomados como referencia del rendimiento académico de los alumnos de ese año. La Tabla 1 muestra el número de alumnos que participaron en el estudio según el curso académico y los grupos de división creados. El total de alumnos que participaron fue de 198, de los cuales 106 pertenecían al primer curso académico y 92 al segundo curso.



Figura 1. Esquema breve de la estrategia implementada en el estudio.

El equipo docente estaba constituido por 12 profesores del Departamento de Química Analítica de la Universidad de Sevilla.

2.2. Instrumentación

El soporte virtual propuesto es el denominado Videojuegos Serios o SG. La aplicación utilizada fue la de “Late Nite Labs” de Macmillan Learning (Macmillan Science and Education), integrada dentro de la plataforma virtual de la Universidad de Sevilla. Para llevar a cabo su desarrollo, se contó con la participación del Servicio de Informática y Comunicaciones (SIC) de la Universidad de Sevilla, que colaboró activamente en la implementación de la aplicación y en facilitar el entrenamiento del personal docente implicado.

Una de las mayores ventajas del uso de esta plataforma para el desarrollo del SG es su versatilidad. La aplicación dispone de una biblioteca con una gran gama de laboratorios entre los que elegir, permitiendo crear y configurar las actividades demandadas por el docente y que se ajusten adecuadamente al contenido de la asignatura. La Figura 2 muestra la interfaz de la aplicación. Cada laboratorio está acompañado por un sistema de evaluación riguroso (puntos críticos de control), alineado con los procedimientos de laboratorio, para asegurar que los estudiantes logran el dominio de las habilidades y los conceptos clave.



Figura 2. Interfaz de la aplicación. Dos salas o laboratorios de prácticas a realizar por los alumnos en Late Nite Labs.

2.3. Procedimiento

Con el fin de alcanzar el objetivo establecido en el estudio, a continuación se listan las diferentes acciones que formaron parte del procedimiento, en orden de actuación:

- Acción 1: Reuniones del equipo docente. Se selección y definición de las actividades de control de calidad analítico para ser implantadas en la aplicación, y establecimiento de las características técnicas del laboratorio y de los puntos críticos de control para evaluar la adquisición de las habilidades previstas por los alumnos. Esta acción fue programada para tener con regularidad una reunión a la semana, comenzando tres meses antes de la impartición de la asignatura.
- Acción 2: Creación del laboratorio virtual. Integración de la aplicación Late Nite Labs dentro de la plataforma virtual. Distribución de los espacios virtuales. Selección de las prácticas virtuales de interés. Esta acción conllevó dos semanas de trabajo.
- Acción 3: Primera toma de contacto con la aplicación por parte de los profesores implicados en la utilización del material virtual. Posterior entrenamiento de los mismos en el uso del nuevo material didáctico. Desarrollo de informes y comunicación con el servicio de informática y comunicaciones de los posibles aspectos de corrección y mejora. Las sucesivas tareas de corrección, revisión y mejora fueron desarrolladas durante un mes en un trabajo colaborativo entre los profesores y el servicio técnico. Los profesores identificaron diferentes puntos de mejora, que fueron implementados en la aplicación.
- Acción 4: Aplicación del informe técnico creado por los profesores y ubicación de los puntos críticos de control. Esta información fue generada durante las reuniones de equipo de trabajo, lo que supuso una semana de duración.

- Acción 5: Prueba en el aula del material virtual creado, con explicación del funcionamiento del sistema, y posterior trabajo individual de los estudiantes en una sesión de una hora de duración.
- Acción 6: Evaluación del sistema creado por parte de profesores y alumnos. Esta

acción no supuso más tiempo de dedicación que una evaluación convencional. No obstante, 10 min de cada clase se dedicaron a preguntar y a ofrecer ayuda a los alumnos que no hubiesen superado algunas de las prácticas propuestas en la aplicación.

Primer curso académico	Segundo curso académico	
Grupo control 1	Grupo control 2	Grupo experimental
106	27	65

Tabla 1. Número de alumnos que participaron en el estudio según el curso académico y los grupos de división creados: “Grupo control 1 y 2”, alumnos que no tuvieron acceso a la aplicación y “Grupo experimental”, alumnos con acceso a la aplicación.

2.3. Evaluación de la propuesta docente

En primer lugar, con el fin de asegurar que los alumnos alcanzan los conceptos destacados en el programa de la asignatura, se remarcaron diferentes conceptos en la aplicación a través del establecimiento de diferentes puntos críticos de control, que fueron mostrados en el desarrollo de la práctica tanto si los alumnos la realizaban correctamente como si no.

La evaluación del uso de la aplicación como herramienta docente sobre el rendimiento académico de los alumnos se estudió a través de las calificaciones de los exámenes finales obtenidas en la asignatura. Las calificaciones finales obtenidas en dos cursos académicos consecutivos, uno de ellos con acceso a la aplicación y otro no, fueron recogidas y analizadas. Se llevó a cabo el análisis de los datos obtenidos. Para ello, el porcentaje de alumnos que superaron la asignatura y el porcentaje de alumnos agrupados por las diferentes calificaciones fueron comparados, con el propósito de verificar si el uso de la aplicación modificó la distribución de los alumnos en las diferentes calificaciones.

Por otro lado, se evaluó el grado de satisfacción de los alumnos con respecto a la propuesta. Se llevó a cabo una encuesta de satisfacción que creó el propio equipo docente. Estas encuestas fueron completadas solo por los alumnos que tuvieron

acceso a la aplicación cuando se finalizó la asignatura. La Figura 3 muestra la encuesta para evaluar la actividad por parte de los alumnos.

Figura 3. Encuesta de satisfacción desarrollada por el equipo docente para evaluar el grado de aceptación de la actividad por parte de los alumnos.

LABORATORIO VIRTUAL (OPINIÓN DE LOS ESTUDIANTES)				
1 (Muy mal)	2 (Mal)	3 (Normal)	4 (Bueno)	5 (Muy bueno)
1. Interés por la actividad:				
1	2	3	4	5
2. ¿Considera la actividad beneficiosa para su formación?				
1	2	3	4	5
3. Accesibilidad a la actividad:				
1	2	3	4	5
4. Dificultad de uso:				
1	2	3	4	5
5. Utilidad de la guía proporcionada por el equipo docente:				
1	2	3	4	5
6. ¿La actividad le ha parecido agradable?				
1	2	3	4	5
7. ¿Piensa que la actividad debería ampliarse y repetirse para otras prácticas de laboratorio?				
Si		No		

3. Resultados

3.1. Evaluación del rendimiento académico

Para evaluar los efectos del uso de la aplicación en el rendimiento académico de los estudiantes, se analizaron las calificaciones finales obtenidas

por los alumnos en los exámenes finales de la asignatura, tanto en el curso en el que no se implementó la aplicación como en el curso que sí se hizo uso de la misma. En primer lugar, se analizaron los porcentajes de aprobados y suspensos obtenidos en la asignatura. La Figura 4 muestra el porcentaje de alumnos aprobados y suspensos en los diferentes grupos de estudio.

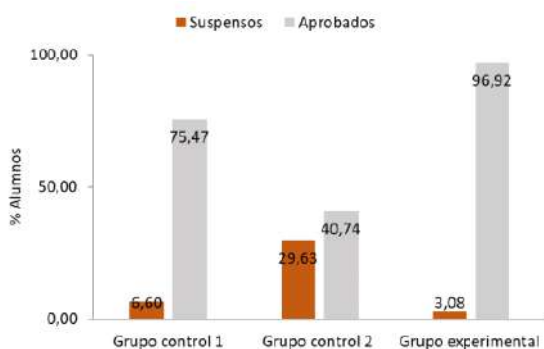


Figura 4. Porcentaje de alumnos aprobados y suspensos en los diferentes grupos. Nota: alumnos que no tienen acceso a la aplicación, Grupo control 1, (primer curso académico), Grupo control 2 (Segundo curso académico); alumnos que tienen acceso a la aplicación, Grupo experimental (segundo curso académico).

El Grupo experimental mostró el mayor número de alumnos aprobados, con un valor del 96,92%, es decir, el 97% de los alumnos superaron las habilidades y competencias esperadas en el desarrollo de la asignatura. Comparando el rendimiento académico de estos alumnos con acceso a la aplicación con los que no tuvieron acceso a ella durante el curso anterior (Grupo control 1), el porcentaje de alumnos aprobados mostró que en el Grupo experimental aumentó un 21,45% el número de los alumnos aprobados con respecto al Grupo control 1. El Grupo control 2, formado por alumnos del mismo curso académico que el Grupo experimental, mostró un porcentaje de aprobados de tan solo un 40,74%. En comparación con el Grupo experimental, el uso de la aplicación generó un 56,18% de alumnos aprobados más que el Grupo control 2 (Figura 4).

En cuanto al número de alumnos suspensos, es decir aquellos que no superaron la asignatura, el Grupo experimental siempre mostró un menor

porcentaje que los dos Grupos control. El Grupo experimental obtuvo un porcentaje de alumnos suspensos de tan solo un 3,08% del total (Figura 4), mientras que el Grupo control 1 (primer curso académico) presentó un porcentaje de alumnos suspensos de 6,60% y el Grupo control 2 (segundo curso académico) de 29,63%. El Grupo control 2, aun siendo alumnos del mismo curso académico que aquellos que tuvieron acceso a la aplicación, reveló diferencias notables con el grupo experimental, mostrando un 26,55% más de alumnos suspensos (Figura 4). Además, el “Grupo control 2” mostró el mayor porcentaje de alumnos no presentados, un 29,63%, frente a un 0% de alumnos no presentados en el “Grupo experimental” y un 17,92% en el “Grupo control 1”.

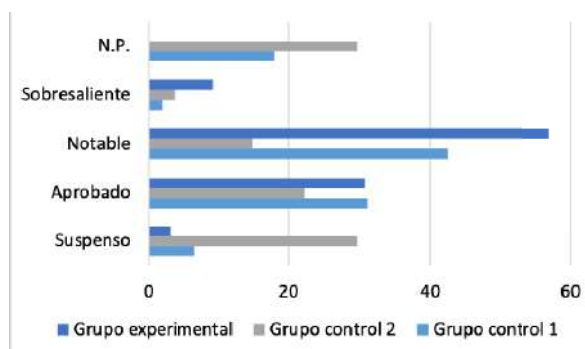


Figura 5. Porcentaje de alumnos agrupados por calificaciones (Suspension, Aprobado, Notable, Sobresaliente, N.P, No Presentado) en los tres grupos de alumnos de los dos cursos académicos.

La Figura 5 muestra las calificaciones obtenidas por los alumnos de los dos cursos académicos agrupados por notas. En comparación con el Grupo control 1, el Grupo experimental mostró un aumento del 14,47% de alumnos con calificación de notable y un 7,34% más de alumnos con sobresaliente. Entre estos dos cursos académicos, el porcentaje de aprobados fue idéntico, mientras que el porcentaje de suspensos disminuyó un 3,53% en el Grupo experimental. En cuanto al “Grupo control 2”, los porcentajes de alumnos agrupados en las calificaciones de aprobado, notable y sobresaliente, siempre fueron menores que en el “Grupo experimental” (Figura 5). Los resultados revelan un aumento del porcentaje de alumnos de un 8,55 % de aprobados, un 42,11 % de notables y un 5,53% de sobresalientes en el grupo de alumnos de ese mismo curso que tuvo

acceso a la aplicación (Grupo experimental). Por el contrario, el porcentaje de alumnos que no superaron la asignatura disminuyó un 26,55% con respecto al "Grupo control 2".

Para la evaluación del impacto que tuvo la nueva herramienta docente sobre el confort y el grado de satisfacción de los alumnos, se recogieron y analizaron los resultados obtenidos del formulario mostrado en la Figura 3. Los alumnos tenían que valorar la actividad entre 1 (muy mal) y 5 (muy bien).

La Figura 6 muestra el porcentaje de cada respuesta proporcionada por los alumnos a las primeras 6 preguntas de la encuesta de satisfacción (Figura 3). El 100% de los alumnos mostró un alto interés en la actividad, valorando la primera pregunta de la encuesta (Figura 3) entre el 4 (54%) y el 5 (46%). La segunda cuestión de la encuesta valoraba el impacto que tuvo la actividad en su for-

mación. El 91,7% consideró que el impacto fue positivo (54,2%) o muy positivo (37,5%). Por otro lado, cuando se valoró la accesibilidad de la actividad (Pregunta 3), un 54,2% de los alumnos consideraron que la actividad presentaba una accesibilidad buena y un 37,5% de fácil uso (Pregunta 4). Los resultados obtenidos en estas dos preguntas ponen de manifiesto la necesidad de mejora en los aspectos de accesibilidad y facilidad de uso de la aplicación. En cuanto a la guía y entrenamiento en el uso de la aplicación por parte del equipo docente, el 91,7% de los alumnos la calificaron como bien o muy bien. La pregunta 6 estaba relacionada con cómo se sentían los alumnos con respecto a la actividad, a lo que el 83,4% expuso que les resultó agradable y amena. En la última pregunta se evaluaba la posibilidad de volver a repetir la actividad en otras prácticas o asignaturas, el 96% de los alumnos respondió "sí", manifestando el deseo de que la actividad se repitiera y ampliara.

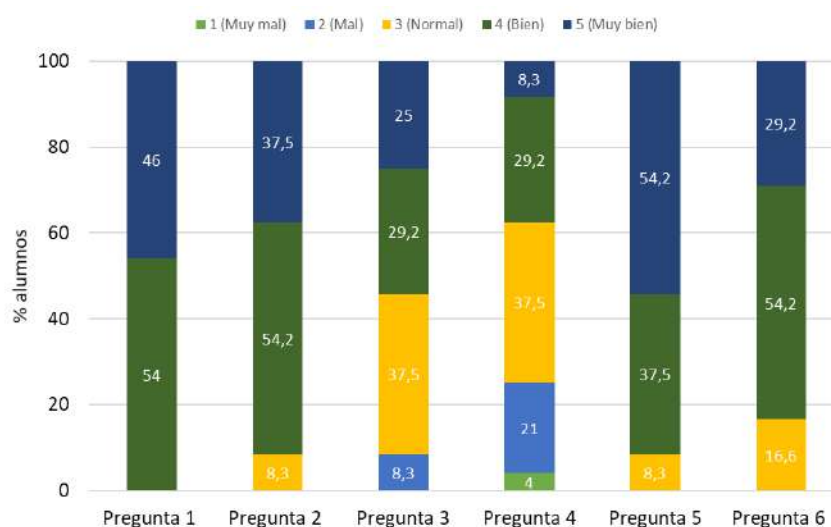


Figura 6. Resultados de la encuesta de satisfacción. Porcentaje de alumnos por respuesta en cada pregunta.

4. Discusión

Por primera vez, se han implementado los laboratorios digitales "Late Nite Labs" en la asignatura Control de Calidad en el Laboratorio Analítico del Grado en Farmacia. Esta iniciativa docente presenta la ventaja de que el alumno puede trabajar de forma independiente desde cualquier lugar y en cualquier momento, necesitando solo algún dispositivo electrónico (ordenador, tablet, móvil, etc.) para la práctica de la

asignatura. Además, elimina riesgos en materia de prevención en alumnos inexpertos en el laboratorio y podría servir como un primer contacto de los estudiantes con el mismo, nunca reemplazando el ejercicio de práctica real en el laboratorio, pero sí como una actividad complementaria. El efecto en el rendimiento académico de actividades formativas conducidas a través de la "gamificación" y el uso de los SGs, ha sido probado y estudiado en diferentes ámbitos educativos, obteniéndose resultados positivos en los procesos

de aprendizaje y facilitando la adquisición de habilidades y conocimientos a los alumnos [13].

Los resultados recogidos en este estudio muestran que el Grupo experimental siempre obtuvo mejores calificaciones finales comparado con el grupo de alumnos que no tuvo acceso a la aplicación (Figura 4 y 5), lo que sugiere que el progreso en el aprendizaje del Grupo experimental fue mayor que el de los Grupos control. Estos resultados ponen de manifiesto que el uso de la aplicación "Late Nite Labs", que presenta formato de SG, es capaz de mejorar el rendimiento académico de los alumnos del Grado en Farmacia. Por otro lado, las calificaciones finales obtenidas por el grupo de alumnos que tuvo acceso a la aplicación durante el desarrollo de la asignatura fueron mejores que las de los alumnos de los dos grupos control, lo que indicó que la utilización de la aplicación ayudó a los alumnos a fijar conceptos relacionados con la Química Analítica y los sistemas de gestión de la calidad. En consistencia con otras publicaciones al respecto [14-17], este estudio demostró que el uso de la aplicación permitió a los alumnos adquirir las habilidades y competencias esperadas durante el desarrollo de la asignatura más fácilmente que cuando se implementa una metodología docente convencional [18].

Por otro lado, los resultados obtenidos en las encuestas de satisfacción llevadas a cabo por el alumnado sugieren que los participantes disfrutaron utilizando la aplicación y se divirtieron aprendiendo. La calificaron como agradable y amena. Además, valoraron que el uso de la herramienta docente tuvo un impacto positivo sobre su formación, lo que mostró una clara ventaja, ya que aunque ellos trataban los conceptos docentes como un juego fácil de entender e intuitivo, se demostró que la actividad tenía una repercusión positiva en su formación y en la comprensión de conceptos. Además, la mayoría de los alumnos mostraron interés en el mantenimiento de esta actividad en años consecutivos, incluso algunos propusieron su utilización en la parte teórica de la asignatura y no solo en prácticas.

Varios estudios avalan que las principales ventajas de utilizar SGs como herramienta docente es la motivación y la disposición del alumnado a

tomar parte en la actividad docente y su comodidad con este tipo de formato virtuales [19-21]. Además, varios estudios señalan que el uso de SGs es más divertido para los estudiantes que la enseñanza tradicional, lo que puede reducir la ansiedad del alumnado durante los exámenes [22, 23]. Sin embargo, los buenos resultados de las encuestas de satisfacción también deben examinarse críticamente desde la perspectiva de un efecto de novedad [3], el cual debería evaluarse con la implementación del uso de la aplicación durante varios cursos académicos consecutivos.

5. Conclusiones

El uso e implementación de la aplicación "Late Nite Labs", que presenta formato de SG, como herramienta docente aplicada a la realización de actividades prácticas de laboratorio, demostró la mejora del rendimiento académico de los alumnos del Grado en Farmacia. Los resultados obtenidos sugieren que el progreso en el aprendizaje del grupo experimental fue mayor que el de los grupos control, poniendo de manifiesto que el uso de esta herramienta es apropiado para el desarrollo de conceptos relacionados con la Química Analítica.

Las encuestas de satisfacción llevadas a cabo por el alumnado demuestran la fuerte aceptación de la herramienta, manifestando que no les importaría volver a repetirlo. Además, todos los resultados obtenidos en la encuesta indican que los alumnos mostraron mucho interés en el uso de la aplicación y valoraron el impacto de la actividad en su formación como muy positiva.

Agradecimientos

Los autores agradecen al II Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla la concesión del Proyecto de Innovación Docente y al Servicio de Informática y Comunicaciones (SIC) su inestimable ayuda.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Potkonjak V, Gardner M, Callaghan V, Mattilla P, Guetl C, Petrovic VM, Jovanović K. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Comput Educ.* 2016;95:309-27. doi: 10.1016/j.compedu.2016.02.002.
2. Deterding S, Dixon D, Khaled R, Nacke L. From game design elements to gamefulness: Defining "Gamification". En: Association for Computing Machinery: New York, NY, USA. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, Tampere, Finland; 2011:28-30. doi: 10.1145/2181037.2181040.
3. Díaz I, González EJ, González-Miquel M, Rodríguez, M. Application of serious games in chemical engineering courses. *Educ Chem Eng.* 2024;46:22-32. doi: 10.1016/j.ece.2023.10.002.
4. Morales MT, Herrador MA, Galán G, Montaña MT, Hernanz MD, Jiménez AM, Navas MJ, Asuero AG. Iniciativa interdisciplinaria y de enfoque transversal en la enseñanza de la química analítica. *Ars Pharm.* 2010;50:269-78.
5. Peleg R, Yayon M, Katchevich D, Moria-Shipony M, Blonder R. A lab-based chemical escape room: Educational, mobile, and fun! *J Chem Educ.* 2019;96(5):955-60. doi: 10.1021/acs.jchemed.8b00406.
6. Díaz-Montaña EJ, Aparicio-Ruiz R, Morales MT. DefAnalytical Game: Aprendizaje de Términos Analíticos mediante una Aplicación Móvil. *Rev Esp Cien Farm.* 2023;4(1):19-25.
7. Gómez-Pantoja ME, Orta MM, Hernanz D. Aplicación del mapa conceptual como método de aprendizaje en la dispensación de antibióticos pediátricos. *Rev Esp Cien Farm.* 2023;4(1):31-36.
8. Ritterfeld U, Cody MJ, Vorderer P. Serious Games: Mechanism and effects. 1ª ed. New York: Routledge; 2009. doi: 10.4324/9780203891650.
9. Fromme J, Unger A. Computer games and new media cultures. A handbook of digital games studies. Heidelberg: Springer, 2012.
10. Bredl K, Bösche W. Serious games and virtual worlds in education, professional development, and healthcare. Hershey: IGI Global; 2013. doi: 10.4018/978-1-4666-3673-6.
11. Woodfield BF, Catlin HR, Waddoups GL, Moore MS, Swan R, Allen R, Bodily G. The virtual Chemlab Project: A realistic and sophisticated simulation of inorganic qualitative analysis. *TWT* 2004;81(11):1672-8.
12. Winkelmann K, Keeney-Kennicutt W, Fowler D, Macik M. Development, implementation, and assessment of general chemistry lab experiments performed in the virtual world of second life. *J Chem Educ.* 2017;94(7):849-58. doi: 10.1021/acs.jchemed.6b00733.
13. Donoso F, Peirano D, Longo C, Apalla Z, Lallas A. Gamified learning in dermatology and dermoscopy education: a paradigm shift. *Clin Exp Dermatol.* 2023;48:962-7. doi: 10.1093/ced/llad177.

14. Lemos M, Wolfart S, Rittich AB. Assessment and evaluation of a serious game for teaching factual knowledge in dental education. *BMC Med Educ.* 2023,23:521. doi: 10.1186/s12909-023-04498-5.
15. Tito-Cruz J, Coluci VR, Moraes R. ORUN-VR2: a VR serious game on the projectile kinematics: design evaluation, and learning outcomes. *Virtual Real.* 2023,27:2583-604. doi: 10.1007/s10055-023-00824-w.
16. Tong JWA, Hee MQ. The impact of an online educational game on breast cancer awareness among university female students, Malaysia: a pilot study. *BMC Cancer* 2023,23:947. doi: 10.1186/s12885-023-11427-8.
17. Sánchez-Castro S, Pascual-Sevillano MA, Fombona-Cadavieco J. Serious games: Efecto en la competencia lingüística a partir de las diferencias socioeducativas del alumnado. *Rev Complut.* 2023, 34(4):769-81. doi: 10.5209/rced.80052.
18. Aboalshamat K, Khayat A, Halwani R, Bitan A, Alansari R. The effects of gamification on antimicrobial resistance knowledge and its relationship to dentistry in Saudi Arabia: a randomized controlled trial. *BMC Public Health* 2020,20(1):680. doi: 10.1186/s12889-020-08806-2.
19. Pineda-Martínez M, Llanos-Ruiz D, Puente-Torre P, García-Delgado MA. Impact of video games, gamification, and game-based learning on sustainability education in higher education. *Sustainability* 2023,15(17):13032. doi: 10.3390/su151713032.
20. López-Fernández D, Gordillo A, Pérez J, Tovar E. Learning and motivational impact of game-based learning: Comparing face-to-face and online formats on computer science education. *IEEE ToE.* 2023,66(4),360-8.
21. Dabbous M, Kawtharani A, Fahs I, Hallal Z, Shouman D, Akel M, Sakr F. The role of game-based learning in experiential education: Tool validation, motivation assessment, and outcomes evaluation among a sample of pharmacy students. *Educ Sci.* 2022,12:434. doi: 10.3390/educsci12070434.
22. Sipiyaruk K, Gallagher JE, Hatzipanagos S, Reynolds PA. A rapid review of serious games: From healthcare education to dental education. *Eur J Dent Educ.* 2018,22(4):243-57. <https://doi.org/10.1111/eje.12338>.
23. Pojani D, Rocco R. Edutainment: Role-Playing versus serious gaming in planning education. *JPER* 2023, 43(3):585-97. doi: 10.1177/0739456X20902251.

Este trabajo debe ser citado como:

Lobo-Prieto A, Díaz-Montaña EJ, Baca-Bocanegra B, Nogales-Bueno J, Tena N, Jara-Palacios MJ, Aparicio-Ruiz R, Orta MM, Hernanz-Vila D, Morales MT. Gamificación y realidad virtual: implementación en el laboratorio analítico. *Rev Esp Cien Farm.* 2024;5(1):43-52.

Originales Breves

La inteligencia artificial como herramienta para la mejora en el proceso de aprendizaje

Artificial intelligence as a tool for the improvement of the learning process

Linares V¹, Casas M¹, Aguilar-de-Leyva A¹

¹Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Facultad de Farmacia. Universidad de Sevilla. C/ Profesor García González 2 41012 Sevilla.

* Correspondencia: aguilardeleyva@us.es

Recibido 9 de julio de 2024, aceptado 24 de julio de 2024.

Resumen: La inteligencia artificial (IA) ha irrumpido en los últimos años en el ámbito de la educación universitaria. Existen diferentes aplicaciones basadas en IA disponibles en el mercado, destacando entre ellas ChatGPT, por su capacidad para elaborar escritura aparentemente inteligente. Su gratuidad y sencillo manejo permiten el fácil acceso de los estudiantes a esta tecnología. Se plantea, por tanto, un reto para el profesorado, puesto que las tareas que se proponen pueden ser desarrolladas por estas aplicaciones sin ser detectadas con seguridad por los verificadores de plagio comunes.

El objetivo principal de este trabajo es analizar la utilización de las herramientas de IA por parte de los alumnos de Tecnología Farmacéutica I (TFI) del grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla, antes y después de llevar a cabo una determinada intervención, valorando su opinión respecto al uso de esta tecnología en el proceso de aprendizaje y su implementación por parte de docentes y alumnos de cara al futuro. La metodología seguida ha consistido en la realización de un cuestionario a los alumnos previamente y con posterioridad a la realización de una intervención consistente en una sesión formativa sobre las principales aplicaciones de IA que se pueden desarrollar en el ámbito docente.

Los resultados obtenidos reflejan que la mayoría de los alumnos tiene buenas expectativas acerca del papel que puede tener la IA en su proceso de aprendizaje. Asimismo, se ha observado un incremento considerable en el porcentaje de alumnos que utiliza la IA para realizar tareas académicas con posterioridad a la realización de las sesiones formativas. Se ha detectado la necesidad de insistir en la importancia de verificar las respuestas proporcionadas por la IA en fuentes seguras y fiables, puesto que la mayoría de los alumnos han eludido esta tarea.

Abstract: Artificial Intelligence (AI) has emerged in recent years in the field of university education. There are various AI-based applications available on the market, with ChatGPT standing out for its ability to generate apparently intelligent writing. Its free access and ease of use allow students to easily access this technology. This poses a challenge for teachers, as tasks assigned to students can be completed by these applications without being reliably detected by common plagiarism checkers.

The main objective of this study is to analyze the use of AI tools by students of Pharmaceutical Technology I in the Pharmacy Degree program at the University of Seville, before and after a specific intervention. The study evaluates the opinion of the students regarding the use of this technology in the learning process and its implementation by teachers and students in the future. The methodology involved administering a questionnaire to students before and after conducting the intervention, which consisted of a training session on the main AI applications that can be applied in the educational environment.

The results show that most students have positive expectations about the role that AI can play in their learning process. Additionally, there has been a significant increase in the percentage of students using AI to complete academic tasks after the training sessions. The need to emphasize the importance of verifying the responses provided by AI through reliable and trustworthy sources has been identified, as most students have avoided this task.

Palabras clave: Inteligencia Artificial; Docencia Universitaria; Proceso de Aprendizaje; ChatGPT.

Keywords: Artificial intelligence; University Teaching; Learning Process; ChatGPT.

1. Introducción

La inteligencia artificial (IA) se refiere a la capacidad de las máquinas para simular procesos de inteligencia humana, tales como la toma de decisiones, el razonamiento, y la autocorrección. Esta tecnología ha demostrado un gran potencial en diversos campos, incluyendo la educación, la atención médica, la automatización de fábricas, la atención al cliente y la seguridad cibernética. En la educación, en particular, la IA tiene el potencial de transformar la enseñanza y el aprendizaje al proporcionar un enfoque más centrado en el estudiante y adaptado a sus necesidades y habilidades individuales [1].

La IA se puede dividir en dos categorías principales: la IA débil y la IA fuerte. La IA débil, también conocida como IA estrecha, se refiere a sistemas diseñados para realizar tareas específicas y limitadas, como la identificación de rostros o la traducción de idiomas. Estos sistemas dependen en gran medida de los parámetros definidos en sus algoritmos de aprendizaje y no tienen la capacidad de aprender a resolver nuevos proble-

mas sin la intervención de un programador humano. Por otro lado, la IA fuerte es capaz de realizar tareas más complejas que incluyen el aprendizaje, el razonamiento, la autocorrección y la creatividad. Estos sistemas utilizan algoritmos y modelos matemáticos para aprender de datos y experiencias previas, lo que les permite tomar decisiones y actuar en función de esa información [2].

La IA ha sido una de las áreas de investigación más importantes y de mayor crecimiento en las últimas décadas. En el ámbito educativo, la IA puede ser una herramienta clave para la tutoría personalizada, adaptando la enseñanza a las necesidades y habilidades individuales de cada estudiante. Esto se logra mediante el seguimiento individualizado de los estudiantes, la detección de sus fortalezas y debilidades, analizando las respuestas y errores más comunes que el estudiante suele cometer, y la provisión de retroalimentación inmediata. El uso de la IA permite un enfoque más centrado en el estudiante, permitiendo la adaptación a las necesidades y habilidades de aprendizaje del alumno. Esto ayuda a detectar y

abordar problemas durante el proceso de formación antes de que se conviertan en obstáculos significativos [3]. Por ejemplo, en un estudio reciente se destacó cómo ChatGPT puede generar contenido educativo personalizado y proporcionar retroalimentación en tiempo real, mejorando así el aprendizaje individualizado y apoyando a los docentes en sus tareas [4]. También, como los sistemas adaptativos personalizados, utiliza IA para ofrecer intervenciones que incluyen instrucciones personalizadas y que permiten mejorar las estrategias pedagógicas de los docentes [5].

Entre las IAs disponibles en el mercado, destaca ChatGPT, un sistema desarrollado por OpenAI. OpenAI es una organización de investigación en inteligencia artificial que se dedica a desarrollar y promover IA de manera que beneficie a toda la humanidad. ChatGPT, basado en el modelo GPT-3, es capaz de producir escritura sofisticada y aparentemente inteligente tras entrenar con un conjunto masivo de datos de texto, por eso es denominada IA generativa, pues es capaz de crear nuevo contenido como resultado de su entrenamiento [6]. Su reciente popularidad se debe a que es posible acceder a una IA potente en su versión gratuita (ChatGPT 3.5 en el momento de la realización del trabajo), de fácil acceso y manejo sencillo, lo que ha provocado un crecimiento exponencial en el número de usuarios en los últimos meses. Esta accesibilidad ha permitido que un gran número de jóvenes tengan acceso a esta tecnología avanzada [7]. Sin embargo, esto ha generado desafíos significativos para el profesorado universitario, ya que estos programas son capaces de generar textos que no son detectados con seguridad por los verificadores de plagio comunes en las universidades [8]. Esto dificulta la tarea de garantizar que los trabajos entregados por los estudiantes sean realizados por ellos mismos y no por una IA.

Ante el probable uso masivo de esta tecnología, es importante tener en cuenta algunas limitaciones en el ámbito educativo, como la necesidad de interacción humana para aspectos como la motivación y el apoyo emocional, y la calidad y disponibilidad de los textos originados por la IA. Dada la dificultad para restringir el uso de estos programas por parte del alumnado, este proyecto busca tomar la iniciativa e integrar gradualmente

la IA en el sistema docente universitario de manera responsable.

Los objetivos del presente trabajo son analizar la utilización de las herramientas de IA por parte de los alumnos de Tecnología Farmacéutica I (TFI) del grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla antes y después de llevar a cabo una determinada intervención. Asimismo, se pretende valorar la evolución de la opinión de los alumnos hacia el uso de la IA en el proceso de aprendizaje en este periodo. Finalmente, se estudiará la evolución de la utilización de las herramientas de IA por parte de los alumnos, así como se recabará su opinión sobre la implementación de esta tecnología por parte de docentes y alumnos de cara al futuro.

2. Metodología

El procedimiento que se ha seguido para la realización del presente trabajo ha sido la realización por parte del alumnado de un cuestionario inicial con 11 preguntas que tratan de evaluar el conocimiento que inicialmente tienen los estudiantes acerca de la IA, su grado de utilización y las expectativas que inicialmente tienen acerca del beneficio que podrían obtener de su implementación en su proceso de aprendizaje.

Posteriormente, se ha realizado una intervención consistente en la realización de una sesión formativa sobre las principales herramientas de IA que se pueden aplicar en el ámbito docente, con objeto de ofrecer a los alumnos la posibilidad de utilizar esta tecnología para la realización de tareas académicas.

Finalmente, los alumnos han realizado una encuesta al término del cuatrimestre consistente en 13 preguntas para valorar cómo ha evolucionado su conocimiento, utilización y opinión acerca de la IA.

3. Resultados

3.1. Resultados previos a la intervención

Un total de 53 alumnos de la asignatura TFI completaron las encuestas inicial y final. Llama la atención el hecho de que existe un porcentaje importante de alumnos (34%) que manifiesta no

tener o tener poco conocimiento sobre la IA. A pesar de ello, tal como puede observarse en la Figura 1, existe una importante proporción de alumnos que inicialmente tiene buenas expectativas acerca del papel que podría jugar la IA en la mejora de su proceso de aprendizaje.

En cuanto a la utilización de la IA para la realización de tareas académicas, la mayoría de los alumnos encuestados (56,6%) manifiesta haberla utilizado poco o muy poco.

En relación con las diferentes herramientas de IA, se preguntó a los alumnos acerca de qué aplica-

ciones conocían y, de estas, cuáles habían utilizado. Como se observa en la Figura 2, ChatGPT es, con diferencia, la herramienta más conocida y utilizada por los alumnos (74,42 y 74,19%, respectivamente). Le siguen Microsoft Bing IA [9] y Craiyon [10], conocidas y utilizadas por un 6,98 y 6,45% de los alumnos, respectivamente. Otras aplicaciones como Perplexity [11], Google Bard [12], Grammarly [13], Dalle-E [14] y Canva [15] son conocidas y utilizadas por una menor proporción de estudiantes

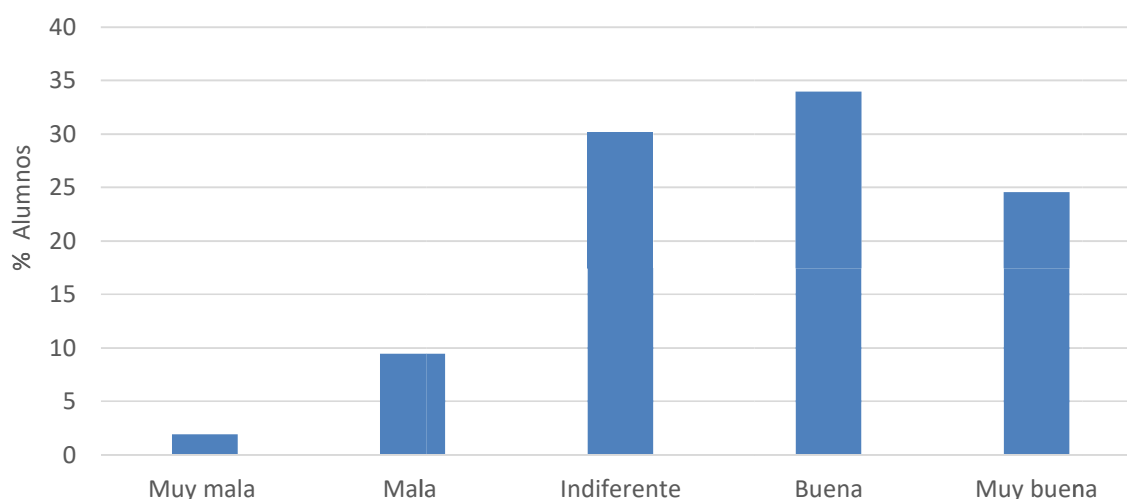


Figura 1. Opinión de los alumnos acerca del papel que puede tener la IA en la mejora de su proceso de aprendizaje.

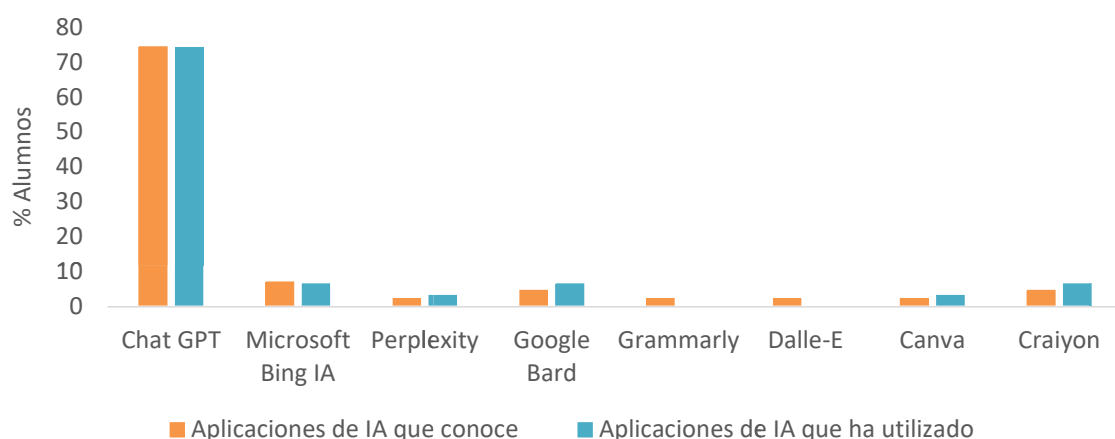


Figura 2. Conocimiento y utilización de las herramientas de IA por parte de los alumnos.

3.2. Resultados posteriores a la intervención

Tras la realización de la intervención, un 73,59% de los alumnos manifiesta haber utilizado aplicaciones de IA para realizar tareas evaluables. Conviene resaltar el hecho de que un 47,17% de los alumnos considera que la IA le ha sido útil o muy útil para facilitar la tarea.

A la hora de utilizar la IA, los estudiantes han manifestado que la emplearon fundamentalmente como herramienta para la búsqueda de in-

formación (45.29% de los alumnos declara utilizarla siempre o casi siempre (ver Figura 3)). Por el contrario, apenas un 7,54% de los estudiantes encuestados afirma utilizar la IA para la elaboración de esquemas con cierta frecuencia (ver Figura 3). En cuanto a la utilización de la IA para otras tareas como la realización de resúmenes o autoevaluaciones, un 22,64 y un 18,86% de los alumnos, respectivamente declara emplearla siempre o casi siempre.

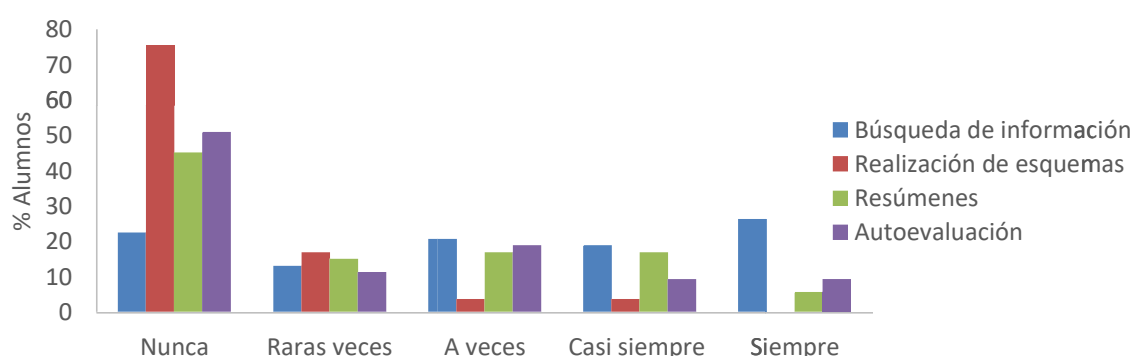


Figura 3. Utilización de la IA por parte de los alumnos para el desarrollo de diferentes tareas.

Un aspecto importante en el uso de la IA es la necesidad de contrastar en fuentes oficiales y seguras la información proporcionada por las distintas aplicaciones. En este sentido, tan sólo un 16,98% de los alumnos manifiesta contrastar con frecuencia dicha información (Ver Figura 4).

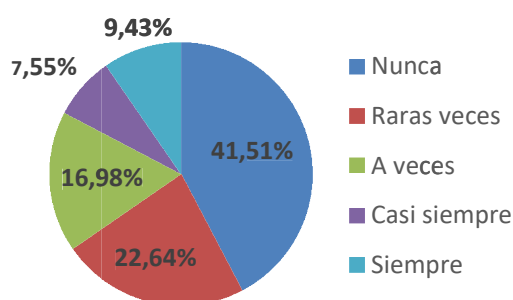


Figura 4. Frecuencia con la que los alumnos contrastan las respuestas ofrecidas por la IA.

Finalmente, los alumnos, al ser preguntados acerca de si emplearían la IA como herramienta para el estudio diario, respondieron negativamente en la mayoría de los casos (60,38%). Este hecho contrasta con la alta proporción de estudiantes (73,58%) que piensa que en un futuro próximo las APP de IA estarán presentes en la docencia universitaria.

4. Discusión

En el presente trabajo de innovación docente se ha tratado de poner de manifiesto la opinión que tienen los estudiantes de la asignatura TFI del Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla acerca de la aplicación de la IA en su proceso de aprendizaje. Inicialmente, se observó que una importante proporción de alumnos no tenían conocimientos acerca de esta tecnología y que su utilización para el desarrollo de tareas académicas también era escasa. Este hecho llamó la atención, al tratarse de personas jóvenes que suelen estar bastante familiarizadas con el uso de las nuevas tecnologías.

Tras realizarse la intervención, consistente en una sesión instructiva acerca de las principales herramientas de IA que se pueden aplicar en el ámbito docente, se observó un aumento en el grado de motivación hacia la IA por parte de los alumnos. Este hecho se puso de manifiesto en el alto porcentaje de alumnos que decidieron aplicar esta tecnología para la realización de tareas evaluables.

Un hecho que nos preocupaba desde el principio era que los alumnos pudieran dar por buenas las respuestas ofrecidas por la IA. Este temor se vio confirmado por la baja proporción de estudiantes que afirmaron haber contrastado la información proporcionada por la IA, lo que parece revelar una confianza excesiva y falta de conciencia sobre las limitaciones de la IA en ámbitos técnicos. Resulta, por tanto, fundamental, incidir en la importancia de llevar a cabo esta tarea, que enlaza con la idea de que la IA no puede suplantar por completo al ser humano.

La mayoría de los alumnos que aplicaron la IA al desarrollo de tareas evaluables la emplearon como herramienta para la búsqueda de información. Tal como esperábamos, los alumnos manifestaron que la IA les había resultado útil a la hora de facilitarles la labor que debían desarrollar.

5. Conclusiones

Tras realizar la intervención, se ha observado un aumento considerable en el porcentaje de alumnos que utiliza la IA para realizar tareas académicas.

La mayoría de los alumnos tiene buenas expectativas acerca del papel que puede tener la IA en su proceso de aprendizaje y opina que, en un futuro próximo, se diseñarán APPs de IA para el mundo universitario.

Resulta importante inculcarles a los alumnos la necesidad de contrastar en fuentes seguras y fiables la información suministrada por la IA, puesto que sólo un pequeño porcentaje de alumnos ha llevado a cabo un proceso de verificación.

Agradecimientos

El presente trabajo se ha desarrollado en el marco de la Convocatoria de Apoyo a la Coordinación e Innovación Docente (ref. 221) – Convocatoria 2023/2024 del IV Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Jørgensen TE. ChatGPT – A new relationship between humans and machines. Univ. World News. (internet) febrero 2023 (consultado 15-06-2024); Disponible en: <https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20230222121538591>.
2. Van Dis EA, Bollen J, Zuidema W, van Rooij R, Bockting CL. ChatGPT: five priorities for research. Nature. 2023;614(7947):224–6. doi: 10.1038/d41586-023-00288-7.
3. Gao CA, Howard, FM, Markov NS, Dyer EC, Ramesh S, Luo Y, Pearson AT. Comparing scientific abstracts generated by ChatGPT to original abstracts using an artificial intelligence output detector, plagiarism detector, and blinded human reviewers. NPJ Digit. Med. 2023;6:75.
4. Grassini S. Shaping the Future of Education: Exploring the Potential and Consequences of AI and ChatGPT in Educational Settings. Educ Sci. 2023;13(7):692.
5. El Dandachi I. AI-Powered Personalized Learning: Toward Sustainable Education. En: El-Chaarani H, El Dandachi I, El Nemar S, EL Abiad Z, editores. Navigating the Intersection of Business, Sustainability and Technology. Singapore: Springer; 2024. p. 109-118.
6. OpenAI. ChatGPT: Transforming text generation with AI (Internet). (Consultado 10-06-2024). Disponible en: <https://www.openai.com/chatgpt>.

7. Atif A, Jha M, Richards D, Bilgin AA. Artificial Intelligence (AI)-enabled remote learning and teaching using Pedagogical Conversational Agents and Learning Analytics. En: Caballé S, Demetriadis SN, Gomez-Sánchez E, Papadopoulos PM, Weinberger A. Intelligent Systems and Learning Data Analytics in Online Education. Boston: Academic Pres. 2021. p. 3-29.
8. Wei J, Marimuthu K, Prathik A. College music education and teaching based on AI techniques. *Comput. Electr. Eng.* 2022;100:107851.
9. Microsoft Bing IA. (Internet). (Consultado 03-06-2024). Disponible en: <https://www.microsoft.com/es-es/bing?form=MA13FV>.
10. Crayon. (Internet). (Consultado 25-05-2024). Disponible en: <https://www.crayon.com>.
11. Perplexity: Where knowledge begins. (Internet). (Consultado 15-05-2024). Disponible en: <https://www.perplexity.ai/es/hub/about>.
12. Google Bard (ahora Gemini). Gemini: Preguntas frecuentes sobre las aplicaciones de Gemini. (Internet). (Consultado 03-06-2024). Disponible en: <https://gemini.google.com/faq?hl=es-ES>.
13. Grammarly. Responsible AI that ensures your writing and reputation shine. (Internet). (Consultado 05-05-2024). Disponible en: <https://www.grammarly.com>.
14. OpenAI. Dalle·E. (Internet). (Consultado 28-05-2024). Disponible en: <https://openai.com/index/dall-e-2/>
15. Canva: El poder del diseño a tu alcance. (Internet). (Consultado 08-06-2024). Disponible en: https://www.canva.com/es_es/about

Este trabajo debe ser citado como:

Linares V, Casas M, Aguilar-de-Leyva A -La inteligencia artificial como herramienta para la mejora en el proceso de aprendizaje. *Rev Esp Cien Farm.* 2024;5(1):53-59.

Originales Breves

Introducción a los Servicios Profesionales Farmacéuticos Asistenciales en el último curso del Grado en Farmacia

Introduction to Clinical Professional Pharmacy Services in Community Pharmacy in the last year of Bachelor's degree in Pharmacy

Monedero Perales MC¹, Pérez Guerrero C², Calderón Montaña JM², Talero Barrientos E², Alvarez de Sotomayor M^{2*}

¹ Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Universidad de Sevilla.

² Departamento de Farmacología. Universidad de Sevilla.

* Correspondencia: aldesoto@us.es

Recibido 7 de julio de 2024, aceptado 23 de julio de 2024.

Resumen: La práctica profesional farmacéutica orientada al paciente desde la farmacia comunitaria se estructura en diferentes Servicios Profesionales Farmacéuticos Asistenciales (SPFA). El objetivo del presente trabajo es revisar y exponer la metodología docente empleada en el aprendizaje de los SPFA en la asignatura Atención Farmacéutica y Medicamentos y Práctica Sanitaria en la Universidad de Sevilla. Asimismo, se evalúan los resultados académicos de la asignatura y el grado de satisfacción del estudiantado con el objetivo de proponer acciones de mejora. Desde el curso 2018-19, en dicha asignatura los estudiantes realizan prácticas de simulación clínica en el aula práctica de farmacia incluyendo los SPFA de dispensación, indicación, seguimiento farmacoterapéutico y elaboración de sistemas personalizados de dosificación (SPD). La inclusión de las prácticas de simulación ha mejorado los resultados académicos, aumentando la tasa de rendimiento y el porcentaje de estudiantes con calificación de notable. Asimismo, esta práctica es valorada con niveles altos y muy altos de satisfacción por los estudiantes. El desarrollo de las clases y los materiales docentes de apoyo también tienen un alto nivel de satisfacción. Por el contrario, la resolución de casos de seguimiento farmacoterapéutico en seminarios es la actividad con valores más bajos de satisfacción, suponiendo un aspecto a mejorar a partir del siguiente curso. Nuestros resultados muestran como las prácticas de simulación son una propuesta metodológica óptima para introducir a los estudiantes de Grado en Farmacia en el aprendizaje de los SPFA.

Abstract: Patient-centered professional pharmacy practice in community pharmacy in structured in different Clinical Professional Pharmacy Services (CPPS). The aim of this work is to present the teaching methodology involved in the learning of CPPS in the subject Pharmaceutical Care and Medicines and Health Practice at the University of Seville. In addition, the academic results of the subject and the student satisfaction level were evaluated in order to propose improve actions. Since 2018-19, the students carry out clinical simulation practices in the practical pharmacy classroom, including the following CPPS: dispensing medicines, minor ailment service, medication review with follow-up service and monitored dosage systems (MDS) preparation. The introduction of the clinical simulation practices improved academic results including improvements of performance rate and percentage of students with very good grades. Moreover, clinical simulation practices are highly satisfactory for the students. Class development and teaching material also showed high satisfaction levels. On the other hand, clinical cases solved in seminars through medication review with follow-up service methodology, obtained lower satisfaction level, pointing out an improvement action to be planned during the following academic years. Our results let us conclude that clinical simulation practice is an optimal teaching methodology to introduce pharmacy students to the learning of CPPS.

Palabras clave: Simulación clínica, Atención Farmacéutica, Servicios Profesionales Farmacéuticos Asistenciales.

Keywords: Clinical simulation, Pharmaceutical Care, Clinical Professional Pharmacy Services.

1. Introducción

La farmacia comunitaria debe garantizar que los pacientes empleen los medicamentos con seguridad y debe colaborar en optimizar la efectividad de la farmacoterapia. Sin embargo, los datos epidemiológicos ponen de manifiesto un amplio margen de mejora, ya que se estima que en torno al 50 % de los pacientes crónicos no son adherentes a su farmacoterapia [1-3]. Además, se estima que hasta un tercio de las visitas a urgencias es consecuencia de un empleo inadecuado de los medicamentos, siendo más del 70% de estos acontecimientos evitables [4].

Entre las competencias que otorga el Grado en Farmacia, destacan la dispensación de medicamentos, el consejo farmacoterapéutico, la promoción del uso racional del medicamento y la realización de actividades de farmacia clínica y social siguiendo el ciclo de la atención farmacéutica [5]. En el plan de estudios de la Universidad de Sevilla, estas competencias se adquieren en varias asignaturas, entre las que hay que señalar a Atención Farmacéutica y Medicamentos y Práctica Sanitaria, materia obligatoria impartida en el último curso del Grado en Farmacia.

La Atención Farmacéutica es un concepto cuya definición ha evolucionado en los últimos años desde que en 1980 fuera definido por primera vez por Brodie [6] y sobre todo desde que en 1990, Hepler y Strand sentaran las bases para el desarrollo de la misma [7]. El Foro de Atención Farmacéutica, en su guía publicada en 2008, considera la Atención Farmacéutica como una práctica profesional en la que el farmacéutico se responsabiliza de las necesidades del paciente en relación a su medicación a través de dispensación y el seguimiento, en cooperación con otros profesionales y siempre con el objetivo de mejorar la salud y calidad de vida de los pacientes [8].

Esta práctica profesional, puede desarrollarse gracias a diferentes actividades. Estas actividades son el origen del concepto de Servicio Profesional Farmacéutico Asistencial (SPFA), que en la actualidad es definido como “aquellas actividades sanitarias prestadas desde la Farmacia Comunitaria por un farmacéutico que emplea sus competencias profesionales para la prevención de la enfermedad y la mejora tanto de la salud de la población como la de los destinatarios de los medicamentos y productos sanitarios, desempeñando un papel activo en la optimización del proceso de uso y de los re-

sultados de los tratamientos. Dichas actividades, alineadas con los objetivos generales del sistema sanitario, tienen entidad propia, con definición, fines, procedimientos y sistemas de documentación, que permiten su evaluación y retribución, garantizando su universalidad, continuidad y sostenibilidad” [9].

Entre los objetivos de la asignatura, figura la iniciación en la adquisición de las competencias necesarias para la práctica de algunos de los SPFA. Para ello, el estudiante ha de desarrollar habilidades comunicativas, instrumentales y de resolución de problemas, más allá del conocimiento teórico de definiciones y protocolos de actuación.

De entre todo los SPFA, se han seleccionado para ser introducidos a los estudiantes, Dispensación, Indicación, Seguimiento Farmacoterapéutico y Reacondicionamiento de Medicamentos utilizando Sistema Personalizado de Dosificación (SPD). La introducción de los estudiantes a estos servicios ha requerido de la puesta a punto de una metodología y de unas instalaciones específicas que han ido evolucionando desde que la asignatura se impartió por primera vez en el curso 2013-14.

El objetivo del presente trabajo es revisar y exponer la metodología docente empleada en el aprendizaje de los SPFA. Asimismo, se evalúa los indicadores de la asignatura y el grado de satisfacción del estudiantado con el objetivo de proponer acciones de mejora.

2. Material y métodos

2.1. Organización de la asignatura

La asignatura consta de 6 ECTS, que se estructuran en actividad teórico-práctica (38 horas) llevada a cabo en grupos de gran tamaño numérico (unos 100 estudiantes), seminarios de resolución de casos (10 horas) en grupos medianos (50 estudiantes) y prácticas de simulación clínica (12 horas) en grupos pequeños (16-18 estudiantes). Es impartida por un equipo docente de profesores de los departamentos de Farmacología y de Farmacia y Tecnología Farmacéutica que trabajan

de manera coordinada y que proporcionan materiales de apoyo en la plataforma empleada para la enseñanza virtual para el abordaje de la asignatura.

Existe un sistema de evaluación continua que les permite a los estudiantes aprobar de forma previa a la realización del examen final. Este sistema incluye desde el curso 2018-19 rúbricas de evaluación de las prácticas de simulación (15 % nota), resolución de casos de seguimiento farmacoterapéutico (20 % de la nota) y dos pruebas de evaluación que incluyen resolución de situaciones prácticas y preguntas sobre los conceptos básicos de la asignatura (65 % de la nota). Estas dos pruebas están separadas en el tiempo y contemplan dos bloques de la asignatura con una ponderación del 45 % y 20 % respectivamente, correspondiendo estos porcentajes con el tiempo dedicado a los temas en cada una de las pruebas. La primera de las pruebas contiene preguntas multirespuesta y la segunda, preguntas de extensión limitada.

2.2. Aula Práctica de Farmacia

El aula práctica de farmacia contiene dos espacios comunicados (Figura 1). El primero de ellos simula una Farmacia Comunitaria y el segundo es un aula con capacidad para un máximo de 18 estudiantes. Existe un sistema audiovisual que permite visualizar en una pantalla, la actividad que se esté llevando a cabo en la farmacia simulada.



Figura 1. Imágenes del aula práctica de farmacia y de los estudiantes realizando prácticas de simulación clínica y de reacondicionamiento de medicamentos utilizando SPD.

Este espacio se encuentra disponible para la realización de prácticas de simulación clínica en farmacia desde el curso 2018-19. El Aula Práctica de Farmacia se encuentra también equipada con software de gestión de farmacias, con sistemas para la evaluación de parámetros clínicos, así como con el equipamiento necesario para la preparación de SPD.

2.3. Prácticas de simulación clínica

Las prácticas de simulación clínica se emplean para adquirir las competencias en dispensación, indicación y seguimiento farmacoterapéutico. Los estudiantes se agrupan en equipos de 3 personas y se reparten los roles de paciente, farmacéutico y observador. Cada equipo debe resolver un caso diferente. La estructura de la actividad incluye tres partes. En la primera el paciente simulado es atendido por el farmacéutico simulado. El farmacéutico desconoce el contenido del caso y debe adquirir la información necesaria siguiendo el protocolo del SPFA. En la segunda todo el equipo resuelve el caso en un tiempo limitado. En la tercera, vuelven a desempeñar sus papeles, iniciando de nuevo el protocolo y finalizando con la actuación farmacéutica seleccionada. El observador puede aportar al farmacéutico aquellos aspectos que consideren falten en su actuación. Los papeles se intercambian durante las prácticas de forma que todos desempeñan cada uno de los tres roles.

Después de la última representación, todo el grupo discute y valora la intervención de los compañeros. El docente va siguiendo una rúbrica de evaluación para calificar la actuación de los estudiantes. Las rúbricas incluyen los siguientes aspectos: el seguimiento de los protocolos, la estructura de la entrevista, la intervención y el registro, que la información obtenida del paciente haya sido suficiente para la resolución del caso, que la información suministrada al paciente haya sido adecuada y que la comunicación con el paciente haya presentado empatía, escucha activa y asertividad.

2.4. Reacondicionamiento de medicamentos utilizando SPD

Previamente a la realización de las prácticas, los estudiantes disponen de la documentación necesaria en la enseñanza virtual. La presentación de la práctica incluye una parte teórica basada en el

procedimiento normalizado de trabajo (PNT) elaborado por el Consejo Andaluz de Colegios Oficiales de Farmacéuticos (CACOF) y en el documento “Criterios consensuados entre las distintas Comunidades Autónomas y la AEMPS para la elaboración de SPD por parte de las Oficinas de Farmacia” [10].

En la parte práctica de la actividad, los estudiantes deben completar los documentos correspondientes y preparar el SPD siguiendo las indicaciones del PNT. Para ello, utilizan datos del tratamiento farmacológico de un paciente simulado. El profesor responsable realiza previamente el curso de formación acreditado por el CACOF y los posteriores cursos de actualización requeridos. Una vez finalizada la práctica y superada la asignatura, se expide un certificado a los estudiantes que podrán presentar en el Colegio Oficial de Farmacéuticos de la provincia correspondiente para su reconocimiento.

2.5. Seminarios de seguimiento farmacoterapéutico

Una vez los estudiantes conocen el marco teórico de la Atención Farmacéutica incluyendo la evaluación de necesidad, efectividad y seguridad y los conceptos de problema relacionado con los medicamentos (PRM) y resultado negativo de la medicación (RNM), se programan 4 seminarios de dos horas de duración. En cada uno de ellos se plantea un caso clínico que el estudiante debe resolver siguiendo la metodología DADER [8].

Los estudiantes disponen de tiempo en el aula para la resolución del caso a la que le sigue una puesta en común del mismo. Para la evaluación, cada estudiante debe resolver de forma individual un caso, para lo que dispone de un tiempo limitado y de un material de apoyo consistente en las fichas técnicas de los medicamentos. Esta actividad se lleva a cabo en el último día dedicado a seminarios.

2.6. Evaluación de los resultados y de la satisfacción con la asignatura

Se realiza un seguimiento desde 2013-14 de los siguientes datos de la asignatura: distribución de las calificaciones, tasa de rendimiento (porcentaje de aprobados del total de estudiantes matricula-

dos) y tasa de éxito (porcentaje de aprobados de los estudiantes presentados).

Para conocer la satisfacción con la asignatura, se recogen los datos de las encuestas elaboradas por el sistema de garantía de calidad del centro para los cursos 2022-23 y 2023-24. Para valorar la satisfacción con las diferentes actividades de la asignatura así como la percepción de aprendizaje, se diseñó un cuestionario específico que es remitido a los estudiantes a través de la enseñanza virtual una vez finalizada la asignatura.

3. Resultados

3.1. Resultados académicos de la asignatura

Los resultados académicos de la asignatura desde

su implantación se resumen en la Tabla 1. Aunque desde el primer año de implantación, la asignatura presenta tasas de éxito y rendimiento cercanas al 100 %, cabe destacar que los valores que habían caído algo entre los cursos 2014-15 y 2017-18, se recuperan a partir del curso 2018-19, año en el que se implantan las prácticas de simulación clínica. En los primeros 5 años de impartición, la proporción de alumnos con calificación notable (entre 7 y 8,9), nunca alcanzó el 30%. A partir del curso 2018-19, el porcentaje de alumnos con calificación notable aumenta hasta alcanzar siempre valores superiores al 55 %.

La proporción de estudiantes con calificación sobresaliente solo aumenta en los dos primeros cursos de implantación de la rúbrica de evaluación en prácticas.

Tabla 1. Resultados Académicos de la asignatura Atención Farmacéutica y Medicamentos y Práctica Sanitaria en los cursos 20123-14 a 2023-24

	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Número de estudiantes	282	311	335	321	342	329	266	301	281	245	247
Matrículas de Honor (%)	1,77	1,93	1,79	1,87	2,63	2,12	3,38	2,66	3,56	2,45	3,64
Sobresaliente (%)	1,42	0,32	5,97	2,80	1,46	7,60	7,89	2,66	4,62	1,63	3,24
Notable (%)	26,59	22,18	27,76	28,97	29,24	54,71	60,90	74,42	64,41	65,37	53,04
Aprobado (%)	59,72	57,56	48,66	43,61	45,03	26,41	27,07	19,60	23,49	28,98	26,32
Suspenso (%)	6,38	9,96	6,86	10,28	7,89	1,21	1,13	0	1,42	0,4	0,4
Tasa de éxito (%)	93,36	89,16	92,46	88,26	90,85	98,68	98,88	100	98,54	100	99,53
Tasa de Rendimiento (%)	89,72	81,99	83,43	74,03	74,86	86,92	93,29	93,44	91,84	100	86,23

3.2. Satisfacción de los estudiantes

A partir del curso 2022-23, el sistema de garantía de calidad de la titulación, incluye la valoración de la satisfacción de los estudiantes con las asignaturas. El sistema planteado incluye una escala Likert (1 mínima y 5 máxima satisfacción) y varios ítems a valorar: organización de las clases, criterios de evaluación, nivel de formación alcanzado y satisfacción general con la asignatura.

Los resultados de la satisfacción promedio (Tabla 2) muestran valores altos, por encima de 4 para los diferentes ítems valorados. El grado de satisfacción se ha reducido entre 0,2 y 0,4 en el curso 2023-24, si bien, también ha aumentado la participación en la encuesta.

Tabla 2. Resultados de satisfacción con la asignatura. Los valores de satisfacción siguen una escala Likert (1 mínima y 5 máxima satisfacción) y se representan como la media $\pm$ error estándar.

	22-23	23-24
Número de respuestas	44	145
La organización de las clases	4,50 $\pm$ 0,13	4,31 $\pm$ 0,09
Los criterios de evaluación empleados	4,48 $\pm$ 0,14	4,22 $\pm$ 0,08
El nivel de formación alcanzado	4,57 $\pm$ 0,11	4,23 $\pm$ 0,09
Satisfacción general con la asignatura	4,62 $\pm$ 0,10	4,21 $\pm$ 0,09

Con el objetivo de identificar aspectos concretos a mejorar en la asignatura, el profesorado de la misma realiza otro cuestionario propio. Este cuestionario solamente ha sido contestado por 28 estudiantes.

La primera pregunta recoge la percepción de los estudiantes de su propia mejora en las competencias necesarias para el desarrollo de los SPFA, tomando valores mínimos de 1 (nada de mejora) y máximos de 5 (mucha mejora). Los resultados (Figura 2), muestran como la gran mayoría de los estudiantes perciben entre bastante y mucha mejora de sus competencias



Figura 2. Valoración de los estudiantes de la contribución de la asignatura a la mejora de conocimientos y adquisición de competencias en los SPFA. Los resultados se expresan como porcentajes de respuesta.

Estos resultados son máximos en el SPFA de reacondicionamiento de medicamentos con SPD y en los conocimientos relacionados con inhaladores y dispositivos de autoadministración parentales. En la actuación en síntomas menores y en la adherencia a la medicación, algunos estudiantes otorgaron valoraciones por debajo de 4.

Respecto a la satisfacción con las actividades programadas (Figura 3), se comprueba que la actividad con un mejor valoración (5), es la práctica de simulación. Por el contrario, los seminarios de seguimiento, sí muestran algunas valoraciones muy bajas (10,71 %) o baja (3,57 %).

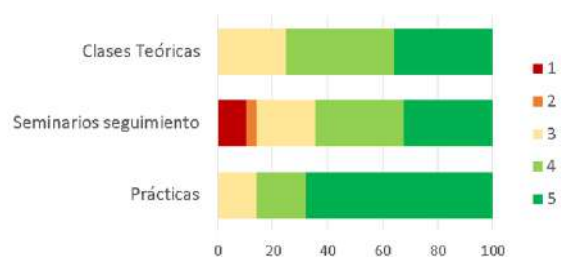


Figura 3. Valoración de la satisfacción con las actividades programadas en la asignatura. Los resultados se expresan como porcentajes de respuesta.

Respecto a la satisfacción con otros aspectos de la asignatura: materiales de apoyo, explicaciones del profesorado y casos prácticos (Figura 4), y en concordancia con lo mostrado anteriormente, solamente se detectan un número mínimo de valoraciones muy bajas y bajas (3,57 %) de los casos prácticos de seguimiento farmacoterapéutico.



Figura 4. Valoración de la satisfacción con diferentes aspectos de la asignatura. Los resultados se expresan como porcentajes de respuesta.

El 85,71 % de los encuestados consideraban que su calificación reflejaba adecuadamente su nivel de aprendizaje. La misma proporción (85,71 %) consideraba adecuada la duración de la asignatura, mientras que 3,57 % consideraba que era necesario más tiempo y la misma proporción, opinaba que el mismo contenido se podría haber impartido en menos tiempo.

El 96,42 % cree que lo aprendido en la asignatura le va a ser de utilidad en su futura labor profesional. Solamente el 3,57 % indicó que no le será de utilidad porque tiene claro que se dedicará a una salida profesional en la que no son relevantes. El 85,71 % de los encuestados consideró interesante la asistencia a clase para lograr el aprendizaje.

Finalmente, en la sección de texto libre se recogieron sugerencias entre las que destacan las re-

lacionadas con la planificación del tiempo dedicado a los seminarios.

4. Discusión

La asignatura Atención Farmacéutica y Medicamentos y Práctica Sanitaria desde el primer año de impartición, mostró unos resultados con altos valores de tasas de éxito y de rendimiento. A esta circunstancia pueden contribuir varios factores. El primero de ellos es el carácter práctico y próximo al ejercicio profesional. También contribuye la posibilidad de evaluación continua y ponderación en la nota de todas las actividades realizadas. Por último, hay que tener en cuenta su situación en el último curso, donde la cercanía de la finalización de los estudios, motiva a los estudiantes para dedicarle tiempo a la asignatura.

A pesar de no contar con un número significativo de estudiantes que no habían superado la asignatura en cursos anteriores, sí que se nota un aumento en el número de personas matriculadas en algunos cursos. Estas diferencias se deben principalmente a dos causas. La primera es la obligación de cursar la asignatura para los estudiantes que se adaptaban desde la licenciatura en Farmacia a los estudios de Grado, y que explica que entre 2014-15 y 2018-19, se alcanzaran los valores máximos. Sin embargo, en el curso 2020-21, la razón del mayor número de alumnos estuvo relacionada con las medidas sanitarias debidas a la COVID-19, ya que no hubo movilidad Erasmus saliente, y por tanto, ninguno de los estudiantes cursó esta asignatura en otra universidad europea.

La inclusión en el sistema de evaluación de la práctica de simulación clínica en 2018-19, mejoró los resultados académicos, llegando a casi duplicar la proporción de estudiantes con calificación notable. La práctica de simulación resulta muy gratificante para los estudiantes, ya que se sienten cercanos a un entorno profesional. Esta metodología docente permite además consolidar mejor los conocimientos que también se tratan en las clases de teoría. Esta situación se traslada también a los resultados de satisfacción con la asignatura, que tiene valores altos y muy altos.

Las prácticas de simulación clínica son un recurso docente ampliamente usado en la formación de profesionales de Ciencias de la Salud. Diferentes autores señalan que este tipo de metodología puede lograr un aprendizaje más profundo [11] y recomiendan su empleo en la formación de farmacéuticos [12]. En base a los resultados obtenidos, la metodología empleada es óptima para la introducción a los SPFA en la formación de los graduados en Farmacia.

De entre todas las actividades propuestas a los estudiantes, las que incluyen competencias instrumentales (elaboración de SPD y conocimiento de inhaladores y dispositivos de autoadministración) son los mejor valorados. Por lo tanto, además de la construcción del caso, y el papel de la comunicación y el escenario de la simulación, el disponer de recursos materiales que manipular, puede también contribuir a la consolidación del aprendizaje.

Por el contrario, los seminarios de seguimiento farmacoterapéutico son la actividad que presenta peores datos de valoración por parte de los estudiantes. Este resultado puede tener relación con la forma de organizar la sesión o con el carácter obligatorio de la asistencia al seminario para participar en la evaluación continua. Pero también, a que, a diferencia de las simulaciones clínicas, es una actividad menos participativa y que tiene lugar en un aula convencional. Los resultados de esta encuesta, señalan un claro aspecto de mejora, por lo que se ha diseñado para el próximo curso 2024-25 una nueva metodología en el aula que incluye mayor participación de los alumnos en la resolución de los casos prácticos propuestos.

Finalmente, destacar que una abrumadora mayoría de estudiantes considera que lo aprendido en la asignatura les va a resultar de utilidad en el mundo laboral. La iniciación en los SPFA puede ser también muy positiva para continuar su desarrollo en el periodo inmediatamente posterior en Prácticas Tuteladas en Farmacia Comunitaria. Asimismo, las simulaciones clínicas son una buena base para que el estudiante pueda enfrentarse a las Prácticas Tuteladas y a las pruebas de Evaluación Clínica Objetiva Estructurada.

5. Conclusiones

La inclusión de prácticas de simulación clínica mejora los resultados académicos y contribuye a la iniciación del estudiante en Farmacia en los SPFA.

Asimismo, esta metodología es altamente satisfactoria para los estudiantes, incrementándose los valores de satisfacción en aquellas prácticas en las que se incluyen habilidades instrumentales.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Bidafarma y a Tecnyfarma su apoyo para la creación del Aula Práctica de Farmacia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. World Health Organization (WHO). Adherence to long-term therapies. Evidence for action. Geneva: World Health Organisation; 2003.
2. Dunbar-Jacob J, Mortimer-Stephens MK. Treatment adherence in chronic disease. *J Clin Epidemiol*. 2001;54(S1):S57-60. doi: 10.1016/s0895-4356(01)00457-7.
3. Llorca CVY, Cortés Castell E, Ribera Casado JM, de Lucas Ramos P, Casteig Ayestarán JL, Casteig Blanco A, Gil Guillén VF, Rizo Baeza M. Factors Associated with Non-Adherence to Drugs in Patients with Chronic Diseases Who Go to Pharmacies in Spain. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(8):4308. doi: 10.3390/ijerph18084308.
4. Baena MI, Fajardo PC, Pintor-Mármol A, Faus MJ, Marín R, Zarzuelo A, Martínez-Olmos J, Martínez-Martínez F. Negative clinical outcomes of medication resulting in emergency department visits. *Eur J Clin Pharmacol*. 2014;70(1):79-87. doi: 10.1007/s00228-013-1562-0.
5. Orden CIN/2137/2008, de 3 de julio, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Farmacéutico. BOE» núm. 174, de 19 de julio de 2008. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-12391>.
6. Brodie DC, Parish PA, Poston JW. Societal Needs for Drugs and Drug Related Services. *Am J Pharm Ed*. 1980;44:276–8.
7. Hepler D, L Strand. Opportunities and responsibilities in Pharmaceutical Care. *Am J Hosp Pharm*. 1990;47:533-43.
8. Foro de Atención Farmacéutica, panel de expertos. Documento de Consenso, Madrid: Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos; 2008.
9. Foro de Atención Farmacéutica-Farmacia Comunitaria (Foro AF-FC), panel de expertos. Guía práctica para los Servicios Profesionales Farmacéuticos Asistenciales desde la Farmacia Comunitaria. Madrid: Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos; 2024.

10. Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios. Criterios consensuados entre las diferentes Comunidades Autónomas y la AEMPS, para la preparación de Sistemas Personalizados de Dosificación (SPD) por parte de las Oficinas de Farmacia. 2023. Disponible en: https://www.aemps.gob.es/legislacion/espana/industria/docs/labFarma/CTI_SPD_229_00_21_CRITERIOS_SPD_O_FARMACIA-2307.pdf.
11. Zigmont JJ, Kappus LJ, Sudikoff SN. Theoretical foundations of learning through simulation. *Semin Perinatol*. 2011;35(2):47–51. doi: 10.1053/j.semperi.2011.01.002.
12. Korayem GB, Alshaya OA, Kurdi SM, Alnajjar LI, Badr AF, Alfahed A, Cluntun A. Simulation-Based Education Implementation in Pharmacy Curriculum: A Review of the Current Status. *Adv Med Educ Pract*. 2022;13:649-60. doi: 10.2147/AMEP.S366724.

Este trabajo debe ser citado como:

Monedero Perales MC, Pérez Guerrero C, Calderón Montaña JM, Talero Barrientos E, Alvarez de Sotomayor M. Introducción a los Servicios Profesionales Farmacéuticos Asistenciales en el último curso del Grado en Farmacia. *Rev Esp Cien Farm*. 2024;5(1):60-68.

Originales Breves

Posibilidades del empleo de la confección de videos documentales en la docencia universitaria: el caso de la Historia de la Farmacia y la Legislación Farmacéutica

Possibilities of using documentary video production in university teaching: the case of the History of Pharmacy and Pharmaceutical Legislation

Ruiz-Altaba R, Ramos-Carrillo A*

Departamento Farmacia y Tecnología Farmacéutica.

* Correspondencia: antonioramos@us.es

Recibido 2 de julio de 2024, aceptado 27 de julio de 2024.

Resumen: La El área de Historia de la Farmacia y Legislación Farmacéutica (Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica) de la Universidad de Sevilla lleva varios años creando y utilizando nuevas herramientas para facilitar la docencia universitaria al alumnado del Grado en Farmacia.

A través de la grabación de vídeos documentales de autoría propia disponemos de material extra que se utiliza en las clases de Historia de la Farmacia (2º curso) y Legislación Farmacéutica (4º curso). Concretamente, en los seminarios de Historia de la Farmacia y en las prácticas de Legislación Farmacéutica. En las grabaciones han participado profesores de la asignatura, alumnos, y también hay otros colaboradores externos a la Universidad de Sevilla. Los vídeos se muestran de forma permanente en diferentes plataformas virtuales (YouTube y TVus).

Gracias a la proyección de estos vídeos se complementa de forma diferente y atractiva el temario impartido en las aulas, entusiasmando e instruyendo así al alumnado tanto en su faceta humanística como en su aspecto profesional farmacéutico.

Abstract: The Department of History of Pharmacy and Pharmaceutical Legislation (Department of Pharmacy and Pharmaceutical Technology) of the University of Seville has been creating and using new tools for several years to facilitate university teaching for students of the Degree in Pharmacy. Through the recording of documentary videos of our own authorship, we have extra material that is used in the History of Pharmacy classes (2nd year) and Pharmaceutical Legislation (4th year). Specifically, in the History seminars and in the Pharmaceutical Legislation practices.

Professors of the subject, students, and also other collaborators from outside the University of Seville have participated in the recordings. The videos are permanently shown on different virtual platforms (YouTube and TVus).

Thanks to the projection of these videos, the syllabus taught in the classrooms is complemented in a different and attractive way, thus enthusing and instructing the students both in their humanistic facet and in their professional pharmaceutical aspect.

Palabras clave: docencia, historia de la farmacia, legislación farmacéutica, vídeos, documentales.

Keywords: teaching, history of pharmacy, pharmaceutical legislation, videos, documentaries..

1. Introducción

Las nuevas aplicaciones en los dispositivos móviles, plataformas online, el uso de redes sociales, nuevas interfaces para poder mejorar la relación profesor-alumno, videoconferencias, reels... todo esto se puede emplear en la docencia del siglo XXI, existiendo de este modo muchos medios a través de los cuales el profesor puede comunicarse con el alumnado de una manera diferente al inherente vínculo del aula.

Esta creación de contenido divulgador-científico requiere, entre otras cosas, una inversión de tiempo por parte del educador que después se ve recompensada por la respuesta del alumnado. Estas redes y plataformas permiten ver el número de visualizaciones, descargas, e incluso se pueden hacer encuestas rápidas.

En nuestro caso, en los últimos años, hemos apostado por la generación de videos-documentales con temáticas relacionadas con el temario de las clases, tanto en las asignaturas de Historia de la Farmacia como en Legislación Farmacéutica.

Dichos videos se grabaron y editaron gracias al Servicio de Recursos Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Sevilla (SAV) y, posteriormente, fueron colgados después en diferentes plataformas, YouTube y también, en algunos casos, la TvUS.

Nos planteamos una serie de objetivos para estos documentales, entre otros:

- Confeccionar vídeos didácticos con un contenido científico en el marco de la Historia de la Farmacia y Legislación Farmacéutica, para que lo puedan emplear los alumnos en las clases como complemento al temario ofrecido en las aulas.
- Utilizar estos videos en los diferentes seminarios y prácticas al objeto de profundizar en los conocimientos de los alumnos en estas materias y mejorar las habilidades que de ellas se derivan.
- Obtener en las discusiones, tras la visualización de los documentales, un alejamiento de los estereotipos de los temas tratados.
- Tratar de definir la utilidad de estos videos en las clases, o bien fuera de ellas y entusiasmar al alumnado en aspectos puramente humanísticos, que le aportan cultura; y legislativos, que le aportan solidez en su actuación profesional.

2. Material y métodos

A través de las Ayudas para Actividades de Divulgación Científica otorgadas por el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla durante diferentes cursos, se pudieron editar los videos referidos con una calidad adecuada y acorde con una enseñanza universitaria de alto nivel.

En estos videos participaron, principalmente, los profesores del área de Historia y Legislación Far-

macéutica, Antonio Ramos Carrillo y Rocío Ruiz Altaba, así como alumnos en los diferentes cursos. Para ello, se eligieron temáticas relevantes para complementar el temario en las asignaturas de Historia de la Farmacia y Legislación Farmacéutica y se redactaron guiones que pudiesen, de una manera amena, llegar al público -en este caso el alumnado de 2º y 4º curso del Grado en Farmacia, y 5º del Doble Grado en Farmacia y Óptica y Optometría-, sin menoscabo del interés que puedan suscitar a la sociedad general ajena al mundo de la farmacia.

Después se grabaron y editaron los videos-documentales al objeto de que fuesen subidos a las plataformas de TvUS y Youtube. Se han rodado, esencialmente, en el Museo de Historia de la Farmacia y en el Aula Práctica de Farmacia, ambos espacios pertenecientes a la Facultad de Farmacia de Sevilla. Como peculiaridad, en el último video elaborado en el curso 2022-2023 participó un elenco profesional de actores de Zafra (Badajoz). En general, se contó con la contribución del presidente del Colegio de Oficial de Farmacéuticos de Badajoz Cecilio J. Venegas Fito, el profesor de la Historia de la Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid Antonio González Bueno, o el profesor Juan Núñez Valdés de la Universidad de Sevilla, y se rodó, además de en el citado Museo, también en exteriores como el parque de María Luisa de Sevilla y la Nao Victoria.

De manera complementaria a lo anterior se fue recabando información sobre la interacción del alumnado con los vídeos.

3. Resultados

3.1. La receta médica. Compilación de videos didácticos preparados por estudiantes de la Facultad de Farmacia

Este video [1] (figura 1) imbricado en la asignatura de Legislación Farmacéutica del Grado en Farmacia fue creado en el año 2020 por el profesor Antonio Ramos, y para su elaboración se contó con los siguientes alumnos que cursaban en ese momento la asignatura: Beatriz Márquez Mora, Andrés Porcel Sánchez, Manuel Vázquez González, Abir Qarchli. María Blanca Lucena, María

Rosa Muñoz González, Melany Oliva Sobrado, Alicia Pastor Martínez, Andrés Castaño Romero y Amanda García Hading Chalamet (figura 2).

Tiene una duración 26 minutos y 38 segundos y cuenta con 27.022 visualizaciones hasta 2020.

La temática está centrada en la dispensación de medicamentos mediante la receta médica en papel, y tiene como fin que los futuros profesionales farmacéuticos sean fieles seguidores de la normativa, de la ética y de la deontología profesional farmacéutica.

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=jsv8_jyhb8M



Figura 1. Portada del video, “La Receta Médica” en el canal de Youtube.



Figura 2. Alumnos actuando para el video de “La Receta Médica”.

3.2. Farmacia, arte y bienestar. Museo de Historia de la Farmacia de Sevilla

Este vídeo [2] (figura 3) pretende dar a conocer el patrimonio científico e histórico-artístico farmacéutico conservado en la Facultad de Sevilla. Es un recinto que exhibe la colección de manera permanente y que recibe visitas tanto de alumnos de la Facultad como de grupos de personas ajenas al ámbito universitario.



Figura 3. Portada del video, “Farmacia, arte y bienestar. Museo de Historia de la Farmacia de Sevilla”.

En él se muestran los distintos instrumentos con los que el farmacéutico confeccionaba los diferentes medicamentos, y se muestran ejemplos del empleo de estos objetos (figura 4).



Figura 4. El profesor Antonio Ramos haciendo una demostración del uso de una centrífuga manual.

Link: http://tv.us.es/media/1_31w53vt4

3.3. Plantas y medicamentos. Una apasionante visión histórica

Con motivo de la conmemoración por parte de la Universidad de Sevilla del Año Internacional de la Sanidad Vegetal, el equipo de trabajo del Museo de Historia de la Farmacia de la Facultad de Farmacia decidió compartir su fondo histórico en esta actividad divulgativa centrada en resaltar la importancia de las plantas y sus múltiples empleos (figura 5) en la farmacoterapia como asimismo mostrar, de forma teatralizada, los avances en farmacología y su historia [3] (figura 6).

Autores: Antonio Ramos Carrillo, Beatriz Márquez Mora, Andrés Porcel Sánchez, Manuel González Vázquez y María del Mar Marín Torres.



Figura 5. Portada del video, “Plantas y medicamentos. Una apasionante visión histórica”, y alumnos colaboradores en el video teatralizando.

Link:

https://www.youtube.com/watch?v=Ch65wiro_Bg

3.4. Pioneras de la Farmacia Española: Encuentro en el Museo de Historia de la Farmacia

Se trata de un corto (video documental) [4] acerca de las primeras mujeres farmacéuticas en España. En el entorno del Museo de Historia de la Farmacia de Sevilla (figura 7) se hizo primeramente una introducción sobre la mujer en la Farmacia a lo largo de la Historia [5] y se realizaron, de forma teatralizada, cuatro entrevistas a las pioneras entre las primeras mujeres farmacéuticas, a saber: M^a Blanca de Lucía Ortiz, Gertrudis Martínez Otero, Elvira Moragas Cantero y Clara Orozco Barquín (figura 8) [6].

Autores: Antonio Ramos Carrillo, Rocío Ruiz Altaba, Juan Núñez Valdés, Antonio I. González Bueno, Raquel Claudia Cueli Trelle, María Dolores Gutiérrez Gallego y María de las Mercedes Ramos Romero.



Figura 7. Portada del video “Pioneras de la Farmacia Española”. En la imagen aparece la profesora Rocío Ruiz caracterizada de Hygea.



Figura 8. Imagen del video en la que se representa a un entrevistador, el profesor Antonio Ramos, preguntando acerca de su vida a Gertudris Martínez Otero, representada por la alumna Raquel Cueli.

Link:

<https://www.youtube.com/watch?v=ByTrV7RZpRY>

A modo de ejemplo, se relata la vida de M^a Blanca de Lucía Ortiz, la segunda farmacéutica en licenciarse en España, que fue asesinada con 62 años después de ser torturada y que fue arrojada, ya muerta, con una piedra atada al cuello al río Guadalquivir en Sevilla desde el puente de hierro [4, 5].

3.5. Farmacéuticos y América entre la Ciencia y el Comercio

Este documental [7] (figura 9) versa sobre tres investigaciones del profesor Antonio Ramos y cols., a saber: la botica en la Expedición Magallanes/Elcano; la primera farmacia institucional en América, en Puerto Rico, en el poblado de Caparras por el sevillano Hernando de Torres [8, 9]; y Antonio de Villasante (figura 10) y su famoso bálsamo [10].

Autores: Antonio Ramos Carrillo, Cecilio J. Venegas Fito, Sandra Fábregas Troche, Raquel C. Cueli Trelle, Antonio I. González Bueno.



Figura 9. Portada del documental “Farmacéuticos y América entra la Ciencia y el Comercio”.

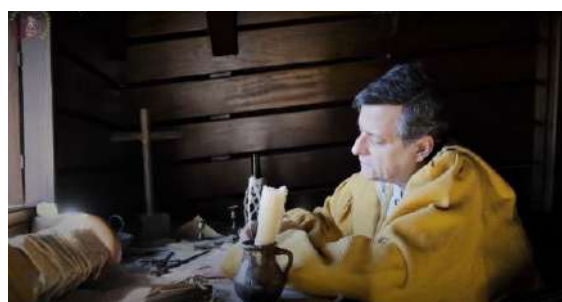


Figura 10. Representación de Hernando de Torres hecha por un actor profesional.

Link:

<https://youtube.com/watch?v=XaEvwMeTN3w>.

4. Discusión

La idea que nos ha llevado a confeccionar estos vídeos documentales es simplemente enamorar. Que los alumnos del Grado en Farmacia se apasionen con las materias de las que somos profesores, la Historia de la Farmacia y la Legislación Farmacéutica, tan distintas al resto de materias de la profesión del Arte de Curar.

Es sabido que el uso de videos en las clases es un potente medio que permite gestionar una extensa gama de contenidos, que pueden ir desde un conocimiento puramente científico hasta el conseguir conectar con las emociones del alumnado. En la asignatura de Historia de la Farmacia, impartida en 2º curso, aspiramos a ensamblar ambas opciones, ya que nuestros contenidos proceden de una investigación histórico-científica que ha generado diferentes publicaciones, como capítulos de libro y artículos en revistas, y a la vez persigue que el alumno se interese por la Historia de su profesión, aumente de este modo su cultura y, a la par, que se emocione escuchando lo complicado que lo tuvieron las primeras mujeres farmacéuticas, o que se divierta viendo a otros alumnos caracterizados como Monardes o Dioscórides.

Desde el punto de vista de la Legislación Farmacéutica queremos potenciar, como alumnos de 4º que son, su rasgo más profesional, adentrándolos en la realidad que se van a encontrar una vez abandonen las aulas. A través de la visualización de casos prácticos aprenden la norma vigente y se pueden imaginar cómo será su día a día detrás de un mostrador de farmacia comunitaria.

No estamos interesados en reels, pódscats, o en elaborar vídeos simples para resolver problemas concretos. Nuestra opción son documentales con el fin de excitar el alma académica humanística de los alumnos, tocar esa porción de intelecto más conectada con la pasión.

Emocionarse con un buen libro, con una película genial. Conseguir el mismo sentimiento que experimentar el estreno de *Madam Butterfly* en el teatro de la Ópera Nacional de Viena en primera fila.

Con cada video hemos perseguido transmitir y emocionar a las jóvenes mentes con las que cada año tenemos la oportunidad de interactuar. Que sean capaces de sentarse, concentrarse y aprender gracias al desarrollo de técnicas audiovisuales que tenemos al alcance los docentes y que, aunque requieren de un esfuerzo por parte del profesorado, el alumnado sabe agradecerlo, valorarlo y siempre hay un feedback positivo.

La idea es que accedan motu proprio a nuevas obras de Historia de la Farmacia, independientemente de su complejidad y más allá de un mero interés en aprobar, a entender la profesión observando un cuadro. De otro lado, que se posicionen con ética ante los conflictos a que seguro se van a ver abocados en su futuro profesional y que la complejidad del lenguaje normativo les sea familiar. Además, teniendo en cuenta que las plataformas virtuales suelen desplegar videos de temática similar a la elegida por el usuario, en este caso el alumno, es posible que continúen la estela de conocimiento que le proporciona la red entrelazando videos equivalentes en contenidos.

Las mujeres, por ejemplo, que se describen en el documental *Pioneras de la Farmacia Española*: Encuentro en el Museo de Historia de la Farmacia pusieron su granito de arena para construir la sólida base sobre la que se asientan el papel y la mayoritaria presencia de la mujer en la farmacia española en la actualidad, y solo por ello merecen ser reconocidas por la sociedad como pioneras y referentes.

5. Conclusiones

1- En el ámbito de la Legislación Farmacéutica, los videos confeccionados han sido de utilidad al alumnado a la hora del examen de la asignatura, en tanto que unos pocos minutos de documental engloban un amplio marco normativo complejo de la disciplina, mucho más asequible de entender y llevar a la práctica.

2- En lo tocante a la Historia de la Farmacia, la visualización de los videos en los seminarios for-

talece la relación de los estudiantes con las humanidades, cuestión que nunca debería perderse.

3- Tras debatir temas como la mujer en la Historia de la Farmacia o los medicamentos en el comercio americano del siglo XVI, los alumnos se alejan de los prototipos establecidos alcanzando una visión propia basada en los conocimientos adquiridos.

4- En definitiva, teniendo presente que los videos elaborados tienen una gran altura científica, histórica y metodológica, podemos afirmar que son una herramienta clave y complementaria a la tradicional clase magistral.

Agradecimientos

Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla. Divulgación científica.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Ramos-Carrillo A, Márquez B, Porcel A, Vázquez M, Qarchli A, Lucena MB, Muñoz MR, Oliva M, Pastor A, Castaño A, García A. La receta médica. Compilación de videos didácticos preparados por estudiantes de la Facultad de Farmacia. Sevilla: Universidad de Sevilla (Servicios de Recursos Audiovisuales); 2020 [consultado 15-06-2024]. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=jsv8_jyhb8M.
2. Ramos-Carrillo A, Ballesteros J, Martínez C, Moreno E. Farmacia, arte y bienestar. Museo de Historia de la Farmacia de Sevilla. Sevilla: Universidad de Sevilla (Servicios de Recursos Audiovisuales); 2017 [consultado 15-06-2024]. Disponible en: http://tv.us.es/media/1_31w53vt4.
3. Ramos-Carrillo A, Beatriz B, Porcel A, González M, Marín MM. Plantas y medicamentos. Una apasionante visión histórica. Sevilla: Universidad de Sevilla (Servicios de Recursos Audiovisuales); 2020 [consultado 18-06-2024]. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=Ch65wiro_Bg.
4. Ramos-Carrillo A, Ruiz-Altaba R, Núñez J, González A I, Cueli RC, Gutiérrez MD, Ramos MM. Pioneras de la Farmacia Española: Encuentro en el Museo de Historia de la Farmacia. Sevilla: Universidad de Sevilla (Servicios de Recursos Audiovisuales); 2022 [consultado 15-06-2024]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=ByTrV7RZpRY>.
5. González AI, Núñez-Valdés J, Ramos-Carrillo A. Rompiendo moldes: La formación universitaria y el ejercicio profesional de la mujer en Farmacia con anterioridad a la guerra civil española (1893-1936). Sevilla: Universidad de Sevilla; 2024. p. 85.
6. Ramos-Carrillo A, Núñez-Valdés J, Moreno E, Ruiz-Altaba R. En clave de re. Tertulias de rebotica: "rei"vindicando el papel de la mujer en la ciencia farmacéutica española: "re"escribiendo la historia en femenino. En: Rebollo-Bueno S, Algaba C, Fernández LM (coords.). Género y educación ante la manipulación de la comunicación. Madrid: Dykinson S.L.; 2023. pp. 84-101.

7. Ramos-Carrillo A, Cecilio J. Venegas CJ, Fábregas S, Cueli RC, González AI . Farmacéuticos y América entre la Ciencia y el Comercio. Sevilla: Universidad de Sevilla (Servicios de Recursos Audiovisuales); 2023 [consultado 15-05-2024]. Disponible en: [youtube.com/watch?v=XaEvwMeTN3w](https://www.youtube.com/watch?v=XaEvwMeTN3w).
8. Venegas CJ, Ramos-Carrillo A. La botica en la Expedición de Magallanes y Elcano. Alcalá de Henares: Taberna Libraria; 2021. 92 p.
9. Ramos-Carrillo A, Venegas CJ, Moreno E. El mortero emigrante. Crónica de los primeros boticarios españoles que pasaron a Indias. *Temas Americanistas*. 2022;48(48):340-66. doi: 10.12795/Temas-Americanistas.2022.i48.16.
10. González A, Cueli RC, Ramos-Carrillo A. «Cierta merced en el bálsamo...». Sobre la introducción en el mercado europeo del Bálsamo de Villasante (1526-1532). *Anuario de Estudios Americanos*. 2022;79(1):13-38. doi: 10.3989/aeamer.2022.1.01.

Este trabajo debe ser citado como:

Ruiz-Altaba R, Ramos-Carrillo A. Posibilidades del empleo de la confección de videos documentales en la docencia universitaria: el caso de la Historia de la Farmacia y la Legislación Farmacéutica. *Rev Esp Cien Farm*. 2024;5(1):69-76.

Originales Breves

Aprendizaje con Wooclap como herramienta de mejora y dinamización

Learning with Wooclap as a teaching tool for improvement and dynamization

Sánchez-Fidalgo S*, Morales F, García-Cabrera E, Quintero-Flórez A, Morillo-García A, Béjar-Prado LM

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Sevilla.

* Correspondencia: fidalgo@us.es

Recibido 5 de julio de 2024, aceptado 28 de julio de 2024.

Resumen: Wooclap una herramienta de innovación docente creativa dentro del entorno m-learning que pretende dinamizar las clases y favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la participación y motivación del alumnado. El objetivo de este trabajo es conocer si el *m-learning* potencia el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Salud Pública del Grado en Farmacia utilizando la herramienta Wooclap. Para ello, se ha llevado a cabo un estudio piloto que valora si el alumnado que ha seguido su aprendizaje en sesiones utilizando la herramienta Wooclap ha obtenido resultados diferentes a aquel que no ha seguido esta metodología de aprendizaje durante el curso 2023-2024. Un total de 264 alumnos/as, correspondiente al 86,8% del total de alumnos/as matriculados en la asignatura, fueron evaluados. El alumnado que siguió las sesiones con dicha herramienta durante las clases ha conseguido mejores calificaciones que el que no: 7,4 (p25=6,72; p75=8,00), frente a 5,5 (p25=4,0; p75=6,3), $p<0,001$. Las calificaciones mejoran en aquellos alumnos con un seguimiento superior al 50% de sesiones Wooclap. Por tanto, podemos concluir que Wooclap es una herramienta útil que mejora el aprendizaje del alumnado de Salud Pública a través de la dinamización de las clases.

Abstract: Wooclap being a creative educational innovation tool within the m-learning environment that aims to make classes more dynamic and enhance the teaching-learning process through student participation and motivation. The objective of this work is to determine whether m-learning improves the teaching-learning process in the public health subject of the Pharmacy degree using the Wooclap tool. To achieve this, a pilot study was conducted to evaluate whether students who followed their learning in sessions using the Wooclap tool obtained different results compared to those who did not follow this learning methodology during the academic year 2023-2024. A total of 264 students were

evaluated, corresponding to 86,8% of the total number of students enrolled in the subject. Students who attended sessions using this tool during classes achieved better grades than those who did not 7,4: (p25=6,72; p75=8,00) vs 5,5 (p25=4,0; p75=6,3), $p<0,001$. Grades improve in students who participate in more than 50% of Wooclap sessions. Therefore, we can conclude that Wooclap is a useful tool that improves the learning of public health students by making classes more dynamic.

Palabras clave: Wooclap, motivación alumnado, aprendizaje activo, dinamización del aula, innovación docente, Salud Pública.

Keywords: Wooclap, student's motivation, active learning, lesson's dynamization, innovative teaching, Public Health.

1. Introducción

En las últimas décadas, la educación superior ha experimentado cambios significativos, impulsado por los avances y nuevas necesidades sociales, los avances en las tecnologías de la información y la comunicación y la consecuente evolución de los métodos pedagógicos [1].

En el entorno educativo, la mayoría de los docentes son conocedores de que hay que pasar de la memorización al desarrollo crítico y reflexivo. También se conoce la necesidad de trabajar en el desarrollo de la capacidad de resolución de problemas. Ya no es posible el aprendizaje simplemente con un modelo expositivo [2].

Dentro de estas mejoras en la educación, las tecnologías han tomado un papel relevante, existiendo multitud de herramientas digitales a nuestro alcance. Entre las metodologías podemos encontrar el *mobile-learning* (*m-learning*) [3]. Así, se puede utilizar un elemento de distracción y transformarlo en útil en el aula, incrementando el aprendizaje y la participación del alumnado, convirtiéndolos en protagonistas de la construcción de su propio conocimiento [4, 5].

Wooclap es una herramienta de innovación docente creativa dentro del entorno m-learning que pretende dinamizar las clases y favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la participación y motivación del alumnado. Además, adquieren competencias digitales que cada vez son más demandadas en nuestro entorno.

En base a ello el objetivo de este trabajo es conocer si el m-learning potencia el proceso de ense-

ñanza-aprendizaje en la asignatura Salud Pública del Grado en Farmacia utilizando la herramienta Wooclap. La incorporación de Wooclap pretendía dinamizar las clases e incrementar la participación del alumnado de manera efectiva facilitando el proceso.

2. Material y métodos

2.1. Contexto del trabajo

Estudio piloto para valorar si aquellos estudiantes que han seguido su aprendizaje mediante Wooclap han obtenido resultados diferentes a aquellos que no han seguido esta metodología durante el curso 2023-2024.

El estudio ha ido dirigido a estudiantes de 2º curso del Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla en el primer cuatrimestre del curso académico 2023-2024.

La asignatura consta de 6 créditos, 4 créditos teóricos, 1,5 créditos prácticos y 0,5 créditos de seminarios, y ha sido impartida en 4 grupos haciendo un total de 304 estudiantes.

El profesorado de los 4 grupos promovió la utilización de la herramienta Wooclap durante el transcurso de las clases teóricas como metodología de aprendizaje de evaluación continua. Aunque el cuatrimestre consta de 15 semanas, la parte teórica (4 créditos) se imparte durante 14 semanas, ya que la última semana se dedica a evaluaciones de las diferentes asignaturas que se imparten en 2º curso del Grado.

La asignatura de Salud Pública consta de 2 bloques bien diferenciados. Un bloque donde se imparte Metodología Epidemiológica, que consta de 17 temas, y un segundo bloque donde se imparte conceptos más centrados en Salud Pública, como son enfermedades transmisibles y no transmisibles, así como organización sanitaria y estrategias de Salud Pública, con un total de 12 temas.

La herramienta Wooclap fue utilizada para el bloque de Metodología Epidemiológica, por ser la parte de la asignatura más compleja donde es necesario que el alumnado adquiera e interiorice conceptos nuevos hasta ese momento para ellos y que les resultan más complicados de aprender. Por lo que es en esta parte de la asignatura donde necesitamos despertar la reflexión y el razonamiento del alumnado.

La evaluación de la asignatura se lleva a cabo en 3 partes. Una parte que se asume con clases prácticas, que representa el 15% de la nota final. Una segunda parte de clases de seminarios, con una evaluación final del 10%. La 3ª parte, que corresponde a la parte teórica de la asignatura, se divide en 2 pruebas tipo test donde se evalúan los contenidos teóricos/prácticos impartidos, que supone el 50%, y una serie de actividades programadas a lo largo del curso, que supone el 25% restante. Aquel alumnado que no supere las pruebas con una calificación igual o superior a 5 tendrá que presentarse a la convocatoria oficial de examen, y se seguirán manteniendo los porcentajes de cada una de las partes.

Entre estas actividades, las sesiones Wooclap son diseñadas dentro del apartado de actividades programadas. Estas se realizan en horas correspondiente a la parte teórica y representa un 10% dentro del 75% total de la parte teórica.

2.2. Procedimiento

Las sesiones Wooclap comenzaron durante la 2ª semana, como herramienta para la participación del alumnado y se mantuvieron durante 8 semanas consecutivas. Se utilizó como un recurso que nos permitió el debate en la clase, así como la medición de los conocimientos adquiridos, pudiendo identificar obstáculos de aprendizaje de

manera continua. Además, favoreció el mantenimiento del trabajo de la asignatura de manera continua y no solo los días previos a los exámenes oficiales.

Las sesiones de Wooclap se realizaron durante la última hora de clase de cada semana. Durante la sesión Wooclap se realizaron 10 preguntas tipo test con 4 respuestas de las cuales solo 1 es la correcta, sobre los contenidos impartidos en la semana anterior y de manera continua en las siguientes semanas. Las preguntas estaban elaboradas para favorecer el razonamiento de los conceptos y su aplicación en situaciones reales.

2.3. Análisis de datos

Se realizó un estudio descriptivo analizando las variables cualitativas mediante frecuencia absoluta y porcentaje y las variables cuantitativas se expresan mediante mediana y recorrido intercuartílico. Se analizaron las diferencias entre género y los datos en función del aprendizaje utilizando o no Wooclap como herramienta. Se comprobó que la variable calificación no se ajustaba a una distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk, por lo tanto, se utilizaron test no paramétricos: prueba U de Mann-Whitney y W Kruskal-Wallis para valorar las diferencias entre las calificaciones obtenidas entre los grupos.

Se utilizó para el análisis de datos el software estadístico IBM SPSS Statistics Versión 29.0.1.0.

3. Resultados

3.1. Descripción de la muestra

Sobre el total de los 304 matriculados, 20 de ellos (6,6%, 40% mujeres) no participaron en la asignatura desde el principio. Por tanto, se parte de una muestra de 284 estudiantes (93,4%), de los que el 73,9% fueron mujeres. De los 284 alumnos/as restantes, un total de 20 (7,0%), 75% mujeres, solo trabajaron la parte de prácticas y/o seminarios, pero no trabajaron la parte teórica de la asignatura, y no se presentaron a ninguna prueba teórica, por lo que son considerados como alumnos/as no presentados. Un total de 264 (93,0%), 73,9% mujeres,

sí completaron las 3 partes de la asignatura, pudiendo analizar el cómputo global de la calificación de estos.

De estos 264 alumnos/as, un total de 28 no participaron en las sesiones Wooclap (10,6%), de los cuales el 71,4% eran mujeres. Los 236 (89,4%) alumnos/as restantes participaron en dichas se-

siones (74,2% mujeres). En la tabla 1 se describe el número y porcentaje de alumnos/as según el porcentaje de sesiones Wooclap que realizaron, respecto al total de sesiones. Un 39,4% de las mujeres asistió al 100% de las sesiones comparado con el 24,6% de los hombres, que el 41,0% completaron más del 75% de las sesiones, pero menos del 100%.

Tabla 1. Número de alumnos/as según porcentajes de las sesiones Wooclap realizadas a lo largo del aprendizaje

Porcentaje de sesiones <u>Wooclap</u> realizadas	Total N (%)	Hombres N (%)	Mujeres N (%)
100%	84 (35,6)	15 (24,6)	69 (39,4)
75% - <100%	85 (36,0)	25 (41,0)	60 (34,3)
50% - <75%	57 (24,1)	17 (27,9)	40 (22,9)
25% - <50%	6 (2,5)	2 (3,3)	4 (2,3)
<25%	4 (1,7)	2 (3,3)	2 (1,1)
Total	236 (100)	61 (25,8)	175 (74,2)

3.2. Análisis de la relación entre la realización de sesiones Wooclap y los resultados obtenidos
Los alumnos/as que participaron en las sesiones Wooclap obtuvieron una mediana de la calificación de la asignatura de 7,4 ($p_{25}=6,72$; $p_{75}=8,00$), mientras que aquellos/as que no participaron obtuvieron una calificación de 5,5 ($p_{25}=4,0$;

$p_{75}=6,3$), $p<0,001$. En la tabla 2 se encuentran segregados los datos por género. El grupo de mujeres obtuvo calificaciones más elevadas globalmente. De hecho, el grupo de alumnos que no participan en las sesiones Wooclap no alcanzan la calificación mínima para aprobar la asignatura.

Tabla 2. Calificaciones medias obtenidas en función de la realización e sesiones Wooclap y género

Género	Calificación mediana (p_{25} ; p_{75})	
	Wooclap No (n=28)	Wooclap Sí (n=236)
Hombres*	3,9 (3,3;5,0)	7,1 (6,3; 7,5)
Mujeres&	5,8 (4,6;6,5)	7,4 (6,8; 8,1)

* & $p < 0,001$, U de Mann-Whitney

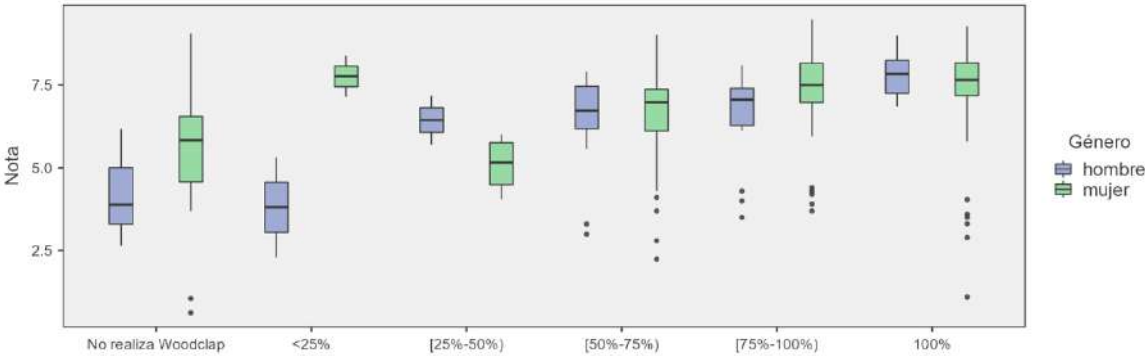


Figura 1. Calificaciones de los alumnos/as en función del porcentaje e realización de Wooclap, y género

4. Discusión

La educación superior ha sufrido una transformación, de ser una docencia centrada en los contenidos a ser una docencia centrada en el alumno [1]. La investigación didáctica, es crucial para que dicha transición sea efectiva [6]. En este sentido, el m-learning dinamiza las clases, incrementa la atención, la participación del alumnado y mejora la relación entre alumno/profesor. Los resultados confirman la armonización del móvil con la educación y su potencialidad educativa. 9 de cada 10 alumnos/as aboga por impulsar este tipo de aprendizaje frente a las metodologías tradicionales, ya que les ayuda a comprender y retener mejor los contenidos impartidos en clase [2].

La herramienta Wooclap ha sido utilizada previamente con buenos resultados [7, 8]. Estudiantes de la asignatura de Geografía del Grado de Educación Primaria y del Grado de Turismo de la Universidad de Sevilla declararon que Wooclap es una herramienta dinámica y fácil de usar, ayudándoles a concentrarse mejor y facilitándole el proceso de aprendizaje, así como una mayor interacción con el profesorado [9]. Igualmente, estudiantes del Grado de Periodismo de la Universidad Rey Juan, España, corroboran que prestan más atención debido a la utilización de esta plataforma, motivando su participación y, sobre todo, destacan que las clases se hacen más entretenidas [10].

En nuestro caso, los resultados fueron positivos, y se detectó que esta herramienta, en principio diseñada para fomentar la interacción en el aula, puede ofrecer una función menos conocida pero con gran potencial en la evaluación formativa y retroalimentación sobre los obstáculos de aprendizaje. Además, Soto-Martínez et al. [11] aplican la herramienta como metodología que propicia la inclusión, mostrando una alta aceptación y utilidad en el ámbito universitario. Otros estudios demuestran que la aplicación Wooclap no solo mejora el aprendizaje de la materia, sino que logra que el alumnado se integre, interactúe y se relacione mejor en el contexto del aula [12].

Los registros obtenidos se trasladan a Excel de una forma muy sencilla, y se convierten en una

herramienta muy valiosa para trazar el desempeño de los alumnos/as, permitiendo: (i) medir la asistencia y la participación en clase; (ii) justificar las calificaciones de participación activa; (iii) realizar actividades de contraste de manera precisa e individual; (iv) compartir con los alumnos/as la retroalimentación que les dan sus compañeros; (v) recibir información global sobre la asignatura.

El trabajo tiene varias limitaciones fundamentales detectadas. Una de ellas es el hecho de no realizar un cálculo del tamaño muestral para evaluar la potencia de los resultados. Por otro lado, han sido incluidos todos los matriculados en la asignatura al igual a lo que han realizado otros investigadores [7-10]. Otra limitación es la falta de control de otras variables confusoras, como son el tiempo que cada alumno/a dedica al estudio de la asignatura o la motivación de los estudiantes, las cuales podrían haber influido en las diferencias observadas. Sin embargo, consideramos que la dinámica de las sesiones Wooclap ha mantenido el interés del alumnado, garantizando una revisión continua de los contenidos, por lo que se considera que son variables asociadas a la propia dinámica de aprendizaje y ofrecerían resultados análogos a los presentados. Por último, se destaca la falta de retroalimentación de las preferencias, satisfacción del desarrollo de las sesiones Wooclap, así como de posibles mejoras en su implementación. Estos son datos que ya están planificados registrar en el curso académico 2024/25.

5. Conclusiones

En este estudio se analiza la introducción de la herramienta Wooclap como metodología de dinamización y aumento de participación en clase de Salud Pública del Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla. El alumnado que utilizó dicha herramienta durante las clases ha conseguido mejores calificaciones. El software Wooclap es una herramienta útil para facilitar el aprendizaje del alumnado de Salud Pública del grado en Farmacia través de la dinamización de las clases y aumento de motivación del alumnado.

Agradecimientos

A nuestro compañero J.C.C. por sus contribuciones en la lectura crítica del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Hutchings B. The Principles of Enquiry-Based Learning. The University of Manchester. Center for Excellence in Enquiry-Based Learning-Resources; 2006. p 1-3.
2. Abdel-Meguid E, Collins M. Students' perceptions of lecturing approaches: Traditional versus interactive teaching. *Adv Med Educ Pract*. 2017;8:229–241. doi: 10.2147/AMEP.S131851.
3. Rodríguez-Calzada L. Learning new innovative methodologies used in covid-19 times. *J Manag Bus Educ*. 2021;4:338–53. doi: 10.35564/jmbe.2021.0018.
4. Fonseca-Pérez V. Dispositivos móviles como herramienta didáctica en la participación áulica en la asignatura de historia. *Polo del Conocimiento*. 2020;5:1184–99. doi: 10.23857/pc.v5i8.1650.
5. Hwang GJ, Chang SC. Facilitating knowledge construction in mobile learning contexts: A bi-directional peer-assessment approach. *Br J Educ Technol*. 2021;52:337–57. doi: 10.1111/BJET.13001.
6. Casasola-Rivera W. El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios. *Rev Comun*. 2020;29:38–51.
7. Herrera-González M, Morales-Contreras MF, Monge JA, Vara García R. Dinamización de las clases y evaluación formativa con WOOC LAP. En: XIII Workshop in Operations Management and Technology. 31 marzo 2022; Santander, España. p. 1-5.
8. Moreno-Medina I, Peñas-Garzón M, Belver C, Bedia J. Wooclap for improving student achievement and motivation in the Chemical Engineering Degree. *Educ Chem Eng*. 2023;45:11–8. doi: 10.1016/j.ece.2023.07.003.
9. Catalina-García B, García Galera M del C. Innovación y herramientas hi-tech en la docencia del periodismo . El caso de Wooclap study. *Doxa Comun*. 2022;34:19–32. doi: <https://doi.org/10.31921/doxacom.n34a1141> enero-junio.
10. Brace-Diko O, Garrido-Cumbrera M. Utilización de herramientas tecnológicas de dinamización docente en esducación superior de asignaturas de geografía. *Geosaberes, Fortaleza*. 2022;13:178–85. doi: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v13i0.1315>.
11. Soto-Martínez G, Martínez-Saura H, Sánchez-López M. Metodologías activas en el ámbito universitario: Wooclap. En: REDINE, editor. Conference Proceedings CIVINEDU 2022. Madrid: Adaya Press; 2022. p. 415-8.

12. Pérez-Serrano M, Rodríguez Pallarés, M, Fernández-Sande M. Incorporación de herramientas de interacción a la docencia de Grado y Máster en Periodismo. En: REDINE, editor. Conference Proceedings EDUNOVATIC 2023. Madrid: Adaya Press; 2023. p. 91-2.
13. Catalina-García B, Galera MDCG. Innovation and hi-tech tools in journalism education. The Wooclap case. *Doxa Comun.* 2022;34:19–32. doi: 10.31921/doxacom.n34a1141.

Este trabajo debe ser citado como:

Sánchez-Fidalgo S, Morales-Marín F, García-Cabrera E, Quintero-Flórez A, Morillo-García A, Béjar-Prado LM . Título del trabajo. *Rev Esp Cien Farm.* 2024;5(1):77-83.

Originales Breves

MicroMundo@Sevilla: La lucha contra la resistencia a los antibióticos continúa

MicroMundo@Sevilla: The fight against antibiotic resistance continues

de la Haba RR, Sánchez-Porro C*

Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

* Correspondencia: sanpor@us.es

Recibido 1 de julio de 2024, aceptado 16 de julio de 2024.

Resumen: El proyecto MicroMundo nació en 2012 en Estados Unidos motivado por la necesidad de concienciación ciudadana frente al gran problema de las resistencias bacterianas a los antibióticos. Este proyecto también tiene el objetivo de motivar a los estudiantes a decantarse por carreras relacionadas con la investigación científica, ya que cada vez hay menos alumnos interesados en dedicarse profesionalmente a esta faceta. MicroMundo llegó a la Universidad de Sevilla (MicroMundo@Sevilla) en el año 2017 canalizado por el Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia, habiéndose completado con rotundo éxito en el curso 2023/2024 la VI edición de esta iniciativa, en la que han participado 11 centros educativos, 36 docentes e investigadores de la Universidad de Sevilla, 14 estudiantes universitarios y 564 alumnos de Secundaria, Bachillerato y Ciclos Formativos de Sevilla y provincia y en la que se han conseguido aislar 80 cepas potencialmente productoras de antibióticos. Hay que destacar en esta edición la satisfacción del alumnado de los centros educativos, que ha quedado patente mediante los resultados de una completa encuesta de opinión. A pesar del éxito del proyecto en general, lamentamos la escasa participación de los estudiantes universitarios, muy inferior a la esperada pese a haber empleado diversas estrategias para su captación; no obstante, los que se han involucrado refieren que ha sido una grata experiencia. Por tanto, un aspecto a mejorar en futuras ediciones consistirá en la búsqueda de soluciones para incentivar la participación de este grupo de alumnos.

Abstract: The MicroMundo project originated in 2012 in the United States on account of the need to raise public awareness of the major problem of bacterial resistance to antibiotics. This project also aims to motivate students to opt for careers related to scientific research, since the number of people

devoted to this profession is decreasing. MicroMundo came to the University of Sevilla (MicroMundo@Sevilla) in 2017 through the Department of Microbiology and Parasitology of the Faculty of Pharmacy. In the 2023/2024 school year, the VI edition of this initiative has been completed with resounding success, in which 11 education centers, 36 teachers and researchers from the University of Sevilla, 14 undergraduate students, and 564 high school students from the city and the province of Sevilla have participated, and in which 80 potentially antibiotic-producing strains have been isolated. It is worth highlighting in this edition the satisfaction of the pre-university students, which has been evidenced by the results of a complete opinion survey. In spite of the success of the project in general, we regret the low participation of undergraduate students, much lower than expected despite having used various strategies to attract them; however, those who have been involved report a pleasant experience. Therefore, one aspect to be improved in the future editions will be to find solutions to encourage the participation of this group of students.

Palabras clave: Microbiología; resistencia antibióticos; ESKAPE; vocaciones científicas; aprendizaje-servicio; divulgación científica.

Keywords: Microbiology; antibiotic resistance; ESKAPE; scientific vocation; service-learning; popular science.

1. Introducción

MicroMundo@Sevilla es un proyecto innovador que anima a los estudiantes preuniversitarios a interesarse por carreras científicas mientras aborda una amenaza mundial para la salud: la disminución de la eficacia de los antibióticos, que actualmente constituye un problema muy relevante debido a la existencia de bacterias multirresistentes inmunes a, prácticamente, todo nuestro arsenal terapéutico. Esta circunstancia unida a que cada vez se invierte menos dinero en la búsqueda de nuevos antibióticos han convertido a las “superbacterias” en la nueva “pandemia silenciosa” que pone en riesgo a la salud pública mundial [1]. La descripción detallada del proyecto MicroMundo@Sevilla se puede consultar en una publicación previa [2].

La iniciativa MicroMundo@Sevilla tiene como finalidad concienciar a la población sobre el uso racional de los antibióticos a la par de despertar vocaciones científicas. El proyecto comenzó a funcionar de la mano de un equipo en la Universidad de Yale (EE.UU.) en 2012 y ha crecido exponencialmente tanto en el país de origen como a nivel mundial. En España esta idea se puso en marcha en 2016 a través de la Universidad Complutense de Madrid. La Universidad de Sevilla se unió al proyecto en el año 2017, liderada por los profesores Rafael Ruiz de la Haba y Cristina

Sánchez-Porro, del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia, y con la participación de solo unos pocos docentes e investigadores de dicha Facultad [3]. Actualmente participan en el proyecto profesores y científicos de las Facultades de Farmacia, de Biología y de Medicina. A lo largo de todas las ediciones de MicroMundo@Sevilla, han colaborado 14 centros educativos distintos (la mayoría de ellos en múltiples cursos académicos) y se ha trabajado con casi 2000 alumnos preuniversitarios [4]. Este curso académico 2023/2024 se ha llevado a cabo la VI edición de MicroMundo@Sevilla, en la que destaca como novedad la realización de unas elaboradas encuestas de opinión a los alumnos de los centros de enseñanza participantes para valorar el interés en el proyecto e identificar los puntos de mejora para futuras ediciones.

El proyecto implementa la estrategia educativa de Aprendizaje-Servicio y Ciencia Ciudadana denominada “crowdsourcing”. MicroMundo instruye y motiva a los estudiantes a la vez que alerta, divulga y presta un servicio a la sociedad. Para ello se implica a estudiantes universitarios en la enseñanza a alumnos de centros educativos, de manera que sean los primeros los que directamente interaccionen con los últimos, mejorando así la “conexión” entre ambos debido, entre otras cosas, a su cercanía de edad [5].

Los objetivos concretos de MicroMundo@Sevilla son: i) crear interés y vocación por la investigación sanitaria en los jóvenes estudiantes preuniversitarios; ii) concienciar a la sociedad sobre el problema mundial que supone la resistencia bacteriana y el mal uso de los antibióticos; iii) descubrir nuevas sustancias con capacidad antimicrobiana. Para alcanzar estas metas se planificaron cinco visitas a cada centro educativo donde se realizaron prácticas de microbiología con los alumnos. Las muestras ambientales objeto de análisis fueron aportadas y manipuladas por los propios estudiantes preuniversitarios para tratar de aislar microorganismos productores de antibióticos, con la esperanza de descubrir nuevas moléculas bioactivas, a la vez que ellos van adquiriendo conciencia de la problemática de la resistencia a los antibióticos y se va despertando su curiosidad por la ciencia [2].

2. Material y métodos

2.1. Recursos humanos

MicroMundo@Sevilla está coordinada por los profesores Cristina Sánchez-Porro y Rafael Ruiz de la Haba, del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Sevilla, impulsores del nodo sevillano de la red e instructores para la formación del resto de científicos participantes. En concreto, en el curso académico 2023/2024 han colaborado 36 profesores e investigadores, en su mayoría de la Facultad de Farmacia, pero también algunos pertenecientes a las Facultades de Biología y de Medicina, cuyos nombres se citan a continuación por orden alfabético: Tania Antón, Julia Barrau, José Antonio Carrasco, Rocío Carvajal, Manuel de Miguel, Iván Delgado, Ana Durán, Rocío de la Encarnación Fernández, Noris Jarleny Flores, Ángela Fontán, Cristina Galisteo, Alicia García, Ángela M^a García, Rosa García, María González, Abel Heredia, Uriel Alejandro Ibarra, M^a José León, Francisco Javier López, Guillermo Martínez, Rebeca M^a Mejías, Manuel Merinero, M^a de Lourdes Moreno, Salvadora Navarro, Beatriz Pérez, Francine Piubeli, Julia Rivero, Ignacio Rodríguez, Elena Romano, Ángela Ruiz, M^a Antonia Sánchez, Verónica Segura, Pedro Valle y Antonio Ventosa. Estas personas han participado en la organiza-

ción del material, planificación y realización de las sesiones en los centros educativos, y recogida y difusión de los resultados.

Dado que la actividad emplea la estrategia Aprendizaje-Servicio se ha implicado también a estudiantes universitarios. En particular, la VI edición ha contado con la participación de 14 alumnos de la Universidad de Sevilla, en su mayoría estudiantes del Grado en Farmacia y también del Máster Universitario en Genética Molecular y Biotecnología. Se detallan sus nombres a continuación por orden alfabético: Natalia Blanco, Alejandro Caballero, Milagros Correia, Paula Cortés, Lucía de Arcos, Andrea Durán, Isaías Gómez, Alejandro Jiménez, Clara López, Lucía Mateos, Eduardo Muñoz, María Nuñez, Blanca Reyero y Marta Tello. Estos colaboradores si bien han sido los encargados de preparar el material utilizado en las visitas, su labor fundamental ha consistido en transmitir la información a los estudiantes de los centros educativos de una manera más efectiva, ya que por proximidad de edad utilizan un lenguaje y unas expresiones más en sintonía con los preuniversitarios.

2.2. Centros educativos

Para poder desarrollar esta actividad es muy importante que los centros educativos donde se forman los estudiantes a los que va dirigida se adhieran al programa. Hay que resaltar que, si bien en los primeros años fue necesaria una búsqueda activa de instituciones de enseñanza que quisieran involucrarse, en las últimas ediciones son los propios centros educativos los que solicitan su participación. De hecho, actualmente hay más demanda que oferta, por lo que algunos colegios e institutos han quedado en "lista de espera" para poder participar más adelante.

En esta VI edición de MicroMundo@Sevilla 2023/2024 se han visitado 11 centros educativos pertenecientes a Sevilla capital y provincia, concretamente, Colegio San Antonio María Claret, Colegio BVM Irlandesas de Bami, Colegio Mercedes, Colegio Sagrada Familia de Urgel, Colegio Salesianos de Triana, Colegio San Miguel-Adoratrices, Highlands School, Ilerna, Instituto de Enseñanza Secundaria Alvareda, Instituto de Enseñanza Secundaria Velázquez y

SAFA Blanca Paloma. Previamente a la realización de la actividad se requirió a estas instituciones la obtención de un permiso paterno en el caso de participación de menores de edad y, opcionalmente, una autorización a todos los estudiantes para poder tomar fotografías durante las sesiones.

2.3. Material de laboratorio

Para cada uno de los grupos participantes en cada centro educativo se desarrollaron un total de cinco sesiones de 1 hora de duración en las que se hizo uso de material específico de laboratorio. Dicho material se preparó y se organizó en los laboratorios de los distintos Departamentos de la Universidad de Sevilla a los que pertenecían los investigadores responsables y se transportó a cada centro educativo antes del inicio de cada sesión.

El instrumental necesario engloba, por un lado, material fungible de laboratorio como medios de cultivo, herramientas de trabajo estériles (asas de siembra, escobillones, puntas de pipeta), equipos de protección (batas, guantes, bolsas de autoclavado, etc.) y, por otro lado, material inventariable, en concreto pipetas de volumen fijo. Adicionalmente, se ha utilizado material biológico consistente en cepas microbianas inocuas de referencia muy similares evolutivamente a las “superbacterias” patógenas multirresistentes conocidas como microorganismos ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter* spp.) [6]. Concretamente, las bacterias no patógenas empleadas han sido *Pseudomonas putida*, *Enterococcus faecalis*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter baylyi* y *Escherichia coli*. Estas cepas de referencia se obtuvieron de la colección de cultivo del laboratorio de Microorganismos Halófilos BIO213, del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Sevilla.

Una vez termina cada visita, los cultivos se trasladaron para su incubación a los laboratorios de la Universidad de Sevilla, respetando las correspondientes normas asepticas y de seguridad biológica. Igualmente, el material sobrante y los residuos biológicos generados durante la prác-

tica se retiraron del centro educativo para su reutilización o destrucción en los laboratorios universitarios.

2.4. Encuestas de satisfacción

Para conocer la opinión de los estudiantes de los centros educativos sobre la iniciativa MicroMundo@Sevilla y su grado de satisfacción tras haber realizado la actividad se creó un formulario con 11 preguntas que debían valorarse del 1 (nada satisfecho) al 5 (totalmente satisfecho). Además, se insertó en la encuesta un espacio de texto libre para que los alumnos describiesen los aspectos más positivos y más negativos de la iniciativa propuesta. Asimismo, se les pidió indicar la edad, sexo y centro educativo. Para fomentar su realización y facilitar la recolección de los resultados, el sencillo cuestionario se puso a disposición de los estudiantes preuniversitarios mediante las respectivas Plataformas Educativas de las que dispone cada centro. Los resultados obtenidos se recopilaron en una hoja de cálculo para su posterior análisis.

3. Resultados

3.1. Estudiantes preuniversitarios de los centros educativos participantes

En esta VI edición de MicroMundo@Sevilla se ha superado el número de alumnos participantes con respecto a ediciones anteriores, siendo este de 564. Cabe destacar también la diversidad de estudios que realizan los alumnos implicados, siendo en su mayoría estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), pero también de Bachillerato y de diversos Ciclos Formativos de Grado Medio y Superior (Tabla1).

Tabla 1. Estudiantes preuniversitarios participantes en MicroMundo@Sevilla 2023/2024 distribuidos por centros educativos.

Centro educativo	Nº de alumnos	Nº de grupos	Curso
Colegio San Antonio M ^a Claret	107	4	1º ESO 1º Bachillerato
Colegio BVM Irlandesas de BAMI	53	2	4º ESO
Colegio Mercedes	60	2	1º ESO
Colegio Sagrada Familia de Urgel	55	2	4º ESO
Colegio Salesianos de Triana	25	1	1º Bachillerato
Colegio San Miguel-Adoratrices	87	3	1º Ciclo Formativo de Grado Medio de Técnicos en Operaciones de Laboratorio 1º Ciclo Formativo de Grado Medio de Técnicos en Farmacia y Parafarmacia
Highlands School	27	1	1º Bachillerato
Ilerna	51	2	1º Ciclo Formativo de Grado Superior de Técnicos en Anatomía Patológica y Citodiagnóstico 1º Ciclo Formativo de Grado Superior de Técnicos en Laboratorio Clínico y Biomédico
Instituto de Enseñanza Secundaria Alvareda	26	1	1º Bachillerato
Instituto de Enseñanza Secundaria Velázquez	23	2	1º Bachillerato 2º Bachillerato
SAFA Blanca Paloma	50	2	4º ESO
11	564	22	TOTAL

3.2. Estudiantes universitarios y profesores e investigadores participantes

En el curso académico 2023/2024 MicroMundo@Sevilla ha contado con la colaboración de 36 docentes e investigadores de la Universidad de Sevilla (28 de la Facultad de Farmacia, cuatro de la Facultad de Biología y otros cuatro de la Facultad de Medicina); sin embargo, sólo han participado 14 alumnos universitarios (12 del Grado en Farmacia y dos del Máster Oficial en Genética Molecular y Biotecnología), siendo en contraposición esta VI edición la que menos representación estudiantil ha presentado. Desde el curso 2021/2022 (IV edición) comenzó a observarse que la participación de los alumnos universitarios no era muy elevada, por lo que se implementaron desde entonces algunas novedades con respecto a otras ediciones.

La gran mayoría de los profesores e investigadores implicados en el proyecto pertenecen al Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia. Dicho Departamento tiene asignada la docencia de la asignatura Ampliación de Microbiología, de 7,5 ECTS y de carácter obligatorio en el tercer curso del Grado en Farmacia y del Doble Grado en Farmacia y en Óptica y Optometría. A partir del curso 2021/2022 se incluyó en las clases prácticas de esta asignatura (que se realizan durante 5 días consecutivos) una actividad denominada MicroMundo, en la que se le explica al alumnado el proyecto, se le anima a participar y estos reproducen exactamente las mismas técnicas microbiológicas que se llevarán a cabo en cada una de las sesiones en los centros educativos. Por tanto, los estudiantes

que hayan cursado la asignatura Ampliación de Microbiología y que quieran colaborar en MicroMundo@Sevilla no necesitan realizar el curso “training” que de otro modo tendrían que completar antes de participar en el proyecto.

La otra novedad que se ha incluido en esta VI edición es la convalidación de la participación en la iniciativa MicroMundo@Sevilla por 1 ECTS (equivalente a 25 horas). De esta manera, los alumnos colaboradores podrán solicitar el reconocimiento de ese ECTS como parte de los créditos de libre configuración que deben realizar para obtener el título de Grado/Doble Grado universitario.

3.3. Desarrollo de la actividad

La iniciativa planteada consiste en cinco visitas a cada uno de los centros de enseñanza a los que se desplazan los profesores, investigadores y estudiantes universitarios. De manera muy resumida se enumeran cada una de las sesiones: (i) presentación del proyecto, reparto a cada alumno del “kit” de recogida de muestra y explicación de las instrucciones para su uso; (ii) resuspensión de las muestras individuales de cada alumno en solución salina, preparación de diluciones seriadas y siembra de estas en placas de Petri (Figura 1); (iii) observación del crecimiento microbiano en los medios inoculados en la sesión anterior y selección de colonias para su aislamiento en cultivo puro y posterior estudio; (iv) confrontación de los microorganismos aislados a las bacterias inofensivas de referencia (estrechamente emparentadas con los patógenos “ESKAPE”), con el fin de detectar posibles fenómenos de antibiosis; y (v) detección de aislados con potencial capacidad para producir antibióticos (cepas positivas) y registro para su posterior estudio.

En todos los centros educativos en los que se ha realizado la experiencia MicroMundo@Sevilla en el curso 2023/2024, a excepción del colegio SAFA Blanca Paloma, se han aislado cepas positivas con potencial capacidad de antibiosis. El número total de estos microorganismos productores de antibióticos ascendió a 80 aislados, con actividad antagonista frente a especies de los géneros *Escherichia* (42 cepas), *Acinetobacter* (11 cepas), *Bacillus* (4 cepas), *Enterococcus* (19 cepas) y *Pseudomonas* (4 cepas). En la Figura 2 se muestran las cepas

positivas encontradas en función del microorganismo cuyo crecimiento inhiben y agrupadas por centros de enseñanza.

Tras las seis ediciones de este proyecto disponemos actualmente de una extensa colección de microorganismos potencialmente productores de antibióticos conservada en el Departamento de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Farmacia. Constituye un material muy valioso para el cual se tiene previsto un estudio más detallado en los próximos meses.



Figura 1. Alumnos del Colegio San Antonio Mª Claret realizando diluciones seriadas en la segunda sesión de MicroMundo@Sevilla 2023/2024.

3.4. Cepas aisladas con valor potencial como productoras de antibióticos

3.5. Valoración de la actividad

Para conocer de primera mano la opinión de todos los participantes y con el propósito de mejorar la actividad para futuras ediciones, se realizó un sondeo a los alumnos de los centros educativos, estudiantes universitarios y profesores e investigadores colaboradores. A tal fin, se ha celebrado una Jornada de Clausura (virtual) con los estudiantes universitarios y docentes e investigadores que se han integrado en el equipo de la VI edición de MicroMundo@Sevilla, en la cual se han puesto en común las experiencias y opiniones de estos. Hay que resaltar que los alumnos universitarios valoran la iniciativa de forma muy positiva y aseguran que repetirán el próximo curso. Con respecto a los profesores y científicos es digna de mención su labor desinteresada y, al igual que los estudiantes universitarios, han manifestado su satisfacción con el proyecto y su deseo de participar en la siguiente edición.

Por otro lado, las encuestas de satisfacción “on-line” destinadas a los alumnos de los centros de enseñanza participantes fueron completadas por 302 personas (122 hombres y 180 mujeres) y los resultados obtenidos agrupados por pregunta y por centro se reflejan en las Figuras 3 y 4, respectivamente. Se excluyeron del estudio el Colegio Salesianos de Triana, el Instituto de Enseñanza Secundaria Alvareda y el Instituto de Enseñanza Secundaria Velázquez debido al reducido número de encuestas recojidas que im-

pedían la significancia estadística de los resultados. En cuanto a las preguntas de respuesta libre las opiniones han sido bastantes dispares, aunque muchos alumnos valoran positivamente el haber tenido la oportunidad de aprender distintas técnicas microbiológicas y convertirse en científicos por unos días, mientras que como aspecto negativo recalcan el mal olor de las placas de Petri, aspecto totalmente circunstancial al que cualquier microbiólogo profesional acaba acostumbrándose.

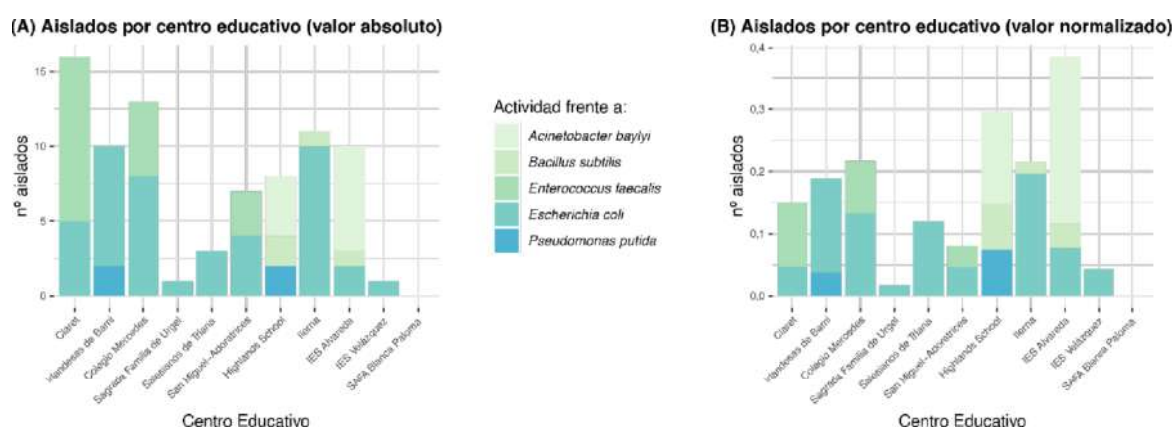


Figura 2. Cepas aisladas en el proyecto MicroMundo@Sevilla 2023/2024 con actividad antimicrobiana frente a microorganismos inocuos análogos a los patógenos ESKAPE agrupadas por centros educativos. El número de aislados positivos se muestra en valores absolutos (A) y en valores normalizados en función del número de alumnos participantes (B).

4. Discusión

Desde los orígenes de MicroMundo@Sevilla en el curso académico 2017/2018 se han completado seis ediciones de manera ininterrumpida, a excepción del curso 2020/2021 en el que no se pudo realizar el proyecto debido a la imposibilidad hacer las visitas a los centros educativos motivada por la pandemia de COVID-19. De toda la serie MicroMundo@Sevilla, esta VI edición ha sido la más exitosa en cuanto a número de profesores e investigadores colaboradores, con un total de 36. También ha sido, junto con la edición del curso 2022/2023, la que ha contado con un mayor número de centros educativos implicados (11 en total), aunque en esta VI edición han participado más alumnos preuniversitarios (564 frente a los 455 del curso anterior) [3]. Sin embargo, donde no se han cumplido las expectativas, habiendo incluso un leve descenso con respecto a ediciones pasadas, ha sido en el número de estudiantes uni-

versitarios que han colaborado en el proyecto. En la presente edición sólo se han involucrado 14 estudiantes de la Universidad de Sevilla. Esta tendencia decreciente ya se había observado con anterioridad, puesto que en las II y III ediciones participaron 20 y 25 alumnos, respectivamente, mientras que en las tres últimas IV-VI ediciones (cursos 2021/2022, 2022/2023 y 2023/2024), todas ellas postpandémicas, la participación ha bajado considerablemente rondando los 10-15 estudiantes. Desde la IV edición se introdujo como novedad la inclusión del curso “training” (necesario para poder participar en las actividades de MicroMundo@Sevilla) como una práctica de laboratorio en la asignatura obligatoria Ampliación de Microbiología, de 3^{er} curso del Grado en Farmacia y del Doble Grado en Farmacia y en Óptica y Optometría de la Universidad de Sevilla. Entre las razones de la escasa participación estudiantil se pensaba que estaba la falta de tiempo, puesto que los universitarios no solo tenían que preparar

el material y acudir a las cinco sesiones en los centros, sino que además tenían que invertir otros cinco días formándose mediante la realización del curso “training”. Por tanto, la inclusión de esta práctica obligatoria para todos los alumnos del Grado/Doble Grado se hizo con vistas a redu-

cir el tiempo extra que implicaba la colaboración en MicroMundo@Sevilla y así incentivar su participación. Desgraciadamente, la realidad es que hasta la fecha no se ha conseguido aumentar el número de cooperadores universitarios con esta medida.

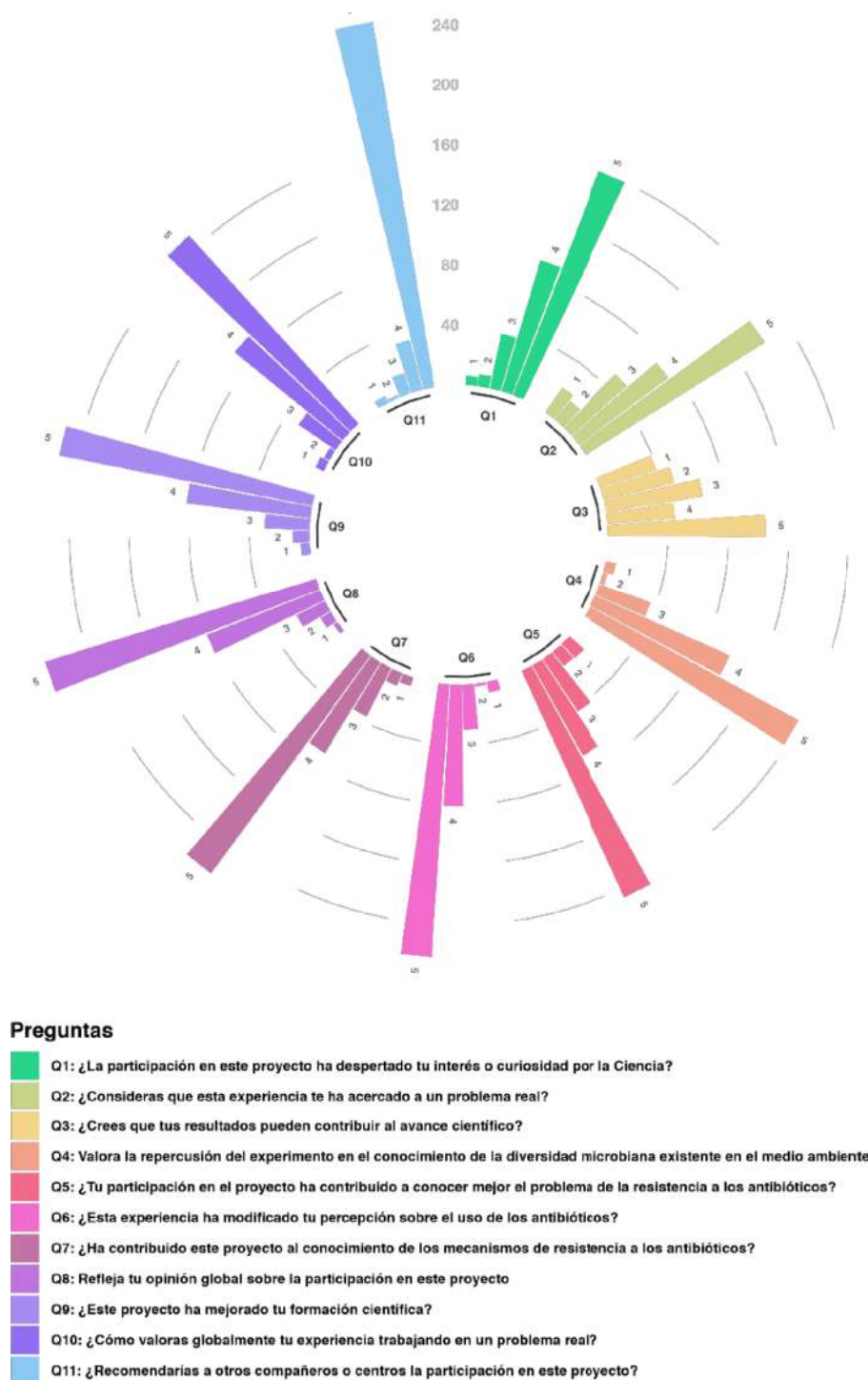


Figura 3. Resultados de las encuestas realizadas a los alumnos de los centros educativos participantes en la VI edición de MicroMundo@Sevilla agrupados por pregunta. Las valoraciones oscilan entre 1 (nada satisfecho) y 5 (totalmente satisfecho).

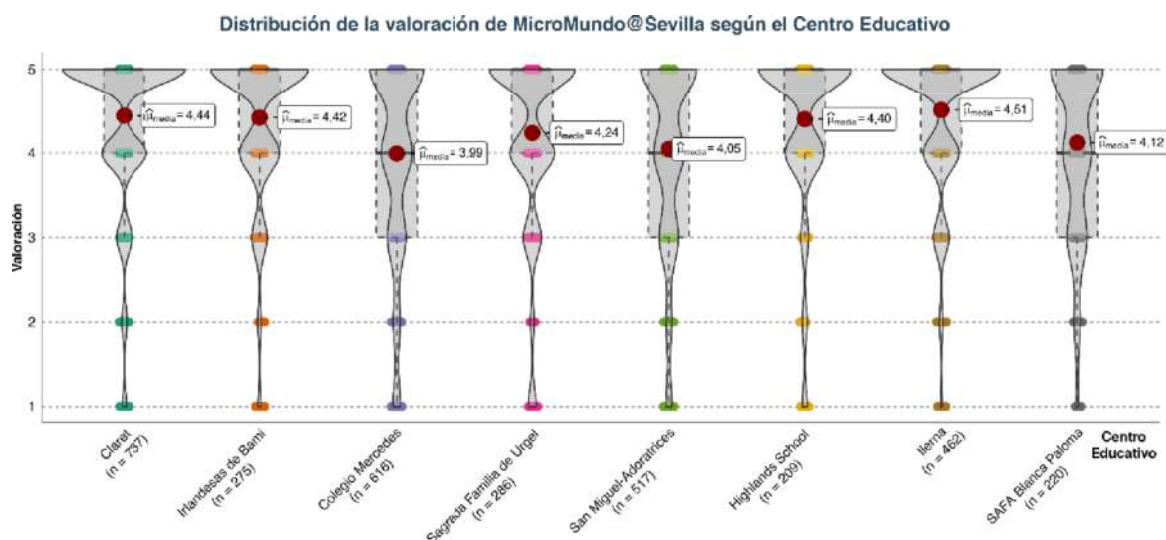


Figura 4. Diagrama combinado de violín y de cajas y bigotes mostrando la valoración del proyecto MicroMundo@Sevilla 2023/2024 por los estudiantes preuniversitarios según el centro de enseñanza. Las valoraciones oscilan entre 1 (nada satisfecho) y 5 (totalmente satisfecho). La puntuación media obtenida de cada centro educativo se indica con un círculo rojo.

En la actual VI edición se ha añadido otra novedad consistente en que los alumnos colaboradores de MicroMundo@Sevilla, si lo solicitan, pueden convalidar su participación en la actividad por 1 ECTS, que computa a todos los efectos en el total de créditos de libre configuración necesarios para obtener la titulación universitaria. Lamentablemente, esta estrategia tampoco ha funcionado como se esperaba, pues solo tres de los 14 alumnos cooperadores han solicitado la convalidación, no siendo este el motivo que los llevó a participar. El intercambio de opiniones con estos estudiantes colaboradores ha confirmado que la falta de implicación de sus compañeros se debe a la saturación de clases teóricas, prácticas y exámenes a la que están sometidos durante el año académico. Además, existen alternativas con menor requerimiento de tiempo para conseguir créditos de libre configuración. En consecuencia, hay que seguir buscando alicientes para fomentar la participación estudiantil, ya que los universitarios constituyen una pieza fundamental en este proyecto.

Por otro lado, la falta de colaboradores universitarios ha derivado en una mayor carga de trabajo para los profesores e investigadores implicados, que han tenido que organizarse en parejas/tríos para poder realizar la actividad de manera correcta y poder atender a todos los alumnos de cada grupo (de media unos 25). Esto ha supuesto

que no se hayan podido atender todas las peticiones recibidas de los centros educativos por falta de personal docente y científico, que no pueden descuidar sus otras obligaciones laborales.

En esta VI edición se han realizado por vez primera de forma masiva cuestionarios de opinión a los estudiantes de los centros de enseñanza, recogidas mediante un formulario on-line para facilitar su cumplimentación y análisis. El índice de participación en estas encuestas ha sido elevado, con un 53,5% (302 de 564 alumnos preuniversitarios). Los resultados obtenidos ponen de manifiesto el alto grado de satisfacción con el proyecto. Una de las preguntas que consideramos de mayor interés es la cuestión 11: “¿Recomendarías a otros compañeros o centros la participación en este proyecto?”. Ha sido precisamente esa pregunta la que ha obtenido mejor valoración, con una puntuación media de 4,71 sobre 5. Por consiguiente, se puede afirmar fehacientemente que el proyecto MicroMundo@Sevilla tiene una excelente acogida entre los alumnos preuniversitarios.

5. Conclusiones

La resistencia a los antibióticos es un problema real de la sociedad que debe atajarse desde distintos frentes. El proyecto MicroMundo@Sevilla

pone su granito de arena para concienciar a la población más joven sobre esta “pandemia silenciosa” e insta a que los propios adolescentes, a su vez, transmitan la información a sus familiares y amigos para que entre todos se promueva el uso racional de los compuestos antimicrobianos.

La VI edición del proyecto MicroMundo@Sevilla ha sido un éxito de participación en cuanto a centros educativos, alumnos preuniversitarios y profesores e investigadores. En cambio, son necesarias otras estrategias para lograr una mayor implicación de estudiantes universitarios.

Los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes de los centros educativos arrojan resultados muy satisfactorios, siendo la media global superior a 4,26 puntos (sobre un máximo de

5). Los frutos cosechados nos animan a continuar con esta iniciativa en los años venideros.

Agradecimientos

La VI edición del proyecto MicroMundo@Sevilla no podría haberse llevado a cabo sin el apoyo del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de Sevilla (VII Plan Propio de Investigación y Transferencia, acción IV.2. Ayudas para Actividades de Divulgación Científica – Anualidad 2024) y de la Facultad de Farmacia, que han financiado los costes de ejecución del proyecto. Por ello los autores quieren agradecer explícitamente su contribución e implicación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. World Health Organization. Antimicrobial resistance [Internet]. Noviembre 2021 [consultado 25 mayo 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>.
2. Sánchez-Porro C, de la Haba RR. MicroMundo@Sevilla: ¿resistiremos la próxima pandemia? *Rev Esp Cien Farm.* 2024;4(1):175-84.
3. de la Haba RR, Sánchez-Porro C. Aprendizaje-servicio aplicado a la resistencia a antibióticos: MicroMundo. En: Llorente-Cejudo MC, Barragán-Sánchez R, Pérez-Rodríguez N, Martín-Párraga L, editores. Enseñanza e innovación educativa en el ámbito universitario. Ciudad de Madrid: Dykinson S.L.; 2024. p. 573-84.
4. Sánchez-Porro C, de la Haba RR, Ventosa A. Apuesta del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Sevilla por la Innovación Docente y la Difusión en Microbiología. *SEM@foro.* 2020;69:30-1.
5. Kenny ME, Gallagher LA. Service-Learning: a history of systems. En: Kenny ME, Simon LAK, Kiley-Brabeck K, Lerner RM, editores. Learning to serve: promoting civil society through service learning. Boston, MA: Springer; 2002. p. 15-29. doi: 10.1007/978-1-4615-0885-4_2.
6. Mulani MS, Kamble EE, Kumkar SN, Tawre MS, Pardesi KR. Emerging strategies to combat ESKAPE pathogens in the era of antimicrobial resistance: a review. *Front Microbiol.* 2019;10:539. doi: 10.3389/fmicb.2019.00539.

Este trabajo debe ser citado como:

de la Haba RR, Sánchez-Porro C. MicroMundo@Sevilla: La lucha contra la resistencia a los antibióticos continúa. *Rev Esp Cien Farm.* 2024;5(1):84-93.

Originales Breves

Aula Invertida en el Aprendizaje Activo de la Química Analítica

Flipped Classroom as Active Learning of Analytical Chemistry

Díaz-Montaña EJ*, Lobo-Prieto A, Baca-Bocanegra B, Nogales-Bueno J, Tena N, Jara-Palacios MJ, Aparicio-Ruiz R, Orta-Cuevas MM, Hernanz D, Morales MT

Departamento de Química Analítica, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla.

* Correspondencia: edmontana@us.es

Recibido 8 de julio de 2024, aceptado 29 de julio de 2024.

Resumen: La metodología de la clase invertida ha ganado relevancia en la última década ya que permite poner el foco de atención del aprendizaje en el alumno, pasando a ser parte activa de su formación. La clase invertida ha sido utilizada en áreas de difícil aprendizaje, haciendo que los alumnos se sientan más motivados y posicionándose como una metodología esencial para un entorno educativo de calidad. El objetivo de este trabajo fue implementar la clase invertida en la asignatura Química Analítica Aplicada del Grado en Farmacia para mejorar la adquisición-retención de conocimientos, las habilidades para resolver problemas analíticos y la capacidad metacognitiva de los estudiantes. Este estudio se llevó a cabo en un primer curso (2021/2022), denominado grupo control, en el que se impartió la asignatura de forma tradicional y un segundo curso (2022/23), o grupo experimental, que se dividió en pequeños subgrupos de 3-4 estudiantes para que trabajasen de forma colaborativa y cooperativa. Al grupo experimental se le facilitó información y bibliografía adecuadas para que pudieran prepararse los temas y casos correspondientes y exponerlos, posteriormente, a sus compañeros. La adquisición-retención de conocimientos y la habilidad para resolver problemas analíticos se evaluó en base a los resultados académicos obtenidos por el alumnado. Por otro lado, al final del curso, a los alumnos del grupo experimental se les realizó una encuesta subjetiva y anónima que permitiese valorar la motivación por la asignatura, el grado de satisfacción con la actividad y la capacidad metacognitiva. Los resultados mostraron una disminución del absentismo de un 12,7 %. Asimismo, los estudiantes del grupo experimental mostraron un grado de interés y satisfacción por la actividad de un 90 % y entre un 90,9-93,2 % mostró una alta metacognición al ser capaces de valorar una forma de aprender frente a otra y saber identificar la mejor metodología para su aprendizaje.

Abstract: The flipped classroom methodology has gained relevance in the last decade since it allows the focus of learning to be placed on the student, becoming an active part of their training. The flipped classroom has been used in areas of difficult learning, making students feel more motivated and positioning itself as an essential methodology for a quality educational environment. The aim of this work was to implement the flipped classroom in the Applied Analytical Chemistry subject in the Pharmacy Degree to improve the acquisition-retention of knowledge, the skills to solve analytical problems and the metacognitive capacity of the students. This study was carried out in a first year (2021/2022), named as the control group, in which the subject was taught in a traditional way, and a second year (2022/23), or experimental group, which was divided into subgroups of 3-4 students to work collaboratively and cooperatively. The experimental group was provided with adequate information and bibliography so that they could prepare the corresponding topics and cases and subsequently present them to their classmates. The acquisition-retention of knowledge and the ability to solve analytical problems was evaluated based on the academic results obtained by the students. On the other hand, at the end of the course, the students in the experimental group were given a subjective and anonymous survey that allowed them to assess their motivation for the subject, their satisfaction with the activity and their metacognitive ability. The results showed a decrease in absenteeism of 12.7 %. Likewise, the students in the experimental group showed a degree of interest and satisfaction in the activity of 90 % and between 90.9-93.2 % showed high metacognition by being able to value one way of learning over another and identifying the best methodology for their learning.

Palabras clave: Química Analítica, clase invertida, aprendizaje centrado en el alumno, aprendizaje colaborativo/cooperativo, metacognición.

Keywords: analytical chemistry, flipped classroom, student-centered learning, collaborative/cooperative learning, metacognition.

1. Introducción

La docencia tradicional está siendo reemplazada por metodologías de innovación docente con las que se busca un enfoque más proactivo, en el que el alumno es el eje principal de su formación [1, 2]. Según la UNESCO (2014) [3] la innovación docente pretende alcanzar una mayor calidad en el aprendizaje del estudiante trascendiendo del conocimiento academista, donde el alumno era un sujeto pasivo, a una concepción donde el aprendizaje y la formación implican interacción y colaboración / cooperación. Dentro de este paradigma de innovación docente, se han desarrollado diversas metodologías que han alcanzado, en general, cotas más altas en el rendimiento académico de los estudiantes [4]. Una de las metodologías más aplicadas desde hace una década, sobre todo en áreas de difícil aprendizaje, es la clase invertida [5].

La clase invertida es una metodología de enseñanza que busca que el alumno trabaje los conceptos de las asignaturas antes de clase, para

luego dedicar las horas de docencia a la resolución de casos y problemas [6]. Normalmente en esta tipología de enseñanza la información se le suele dar a los alumnos mediante tecnologías de fácil acceso (plataformas, clases pregrabadas, etc.). Aunque se provea a los alumnos con todas estas herramientas, es necesaria la guía del profesor para que los alumnos puedan dominar y aplicar los conocimientos adquiridos de forma adecuada, es decir, la figura del docente cambia de transmisor del conocimiento a facilitador del aprendizaje. Asimismo, la clase invertida les permite ahondar en sus estudios de una forma flexible y personalizada cuando trabajan independientemente, pero también de forma colaborativa y cooperativa en el aula [1]. Las dos ventajas principales de esta metodología son, en primer lugar, que aumenta el compromiso, interés y motivación de los estudiantes por su formación y, en segundo, que permite al profesor dedicar las horas lectivas al desarrollo de la capacidad de pensamiento crítico y de resolución de problemas de los estudiantes [7].

Aunque existe una eficacia general en el rendimiento de los estudiantes, la mayoría de los estudios miden el impacto del aula invertida utilizando calificaciones de cursos y/o exámenes finales y se ha dedicado mucha menos atención a determinar cómo podría promover objetivos de aprendizaje más altos dentro de la taxonomía de Bloom [8, 9]. A pesar de que la taxonomía de Bloom para la educación es criticada, sigue utilizándose como base para diseñar cuestiones que permitan alcanzar grados más altos de conocimiento, como la metacognición [10]. La metacognición consiste en pensar en el propio pensamiento, refiriéndose a la capacidad de reflexionar, comprender y controlar el propio aprendizaje. Asimismo, la metacognición tiene dos componentes principales: conocimiento sobre la cognición y regulación de la cognición [11]. El conocimiento sobre cognición mide la conciencia de las propias fortalezas y debilidades del conocimiento. Mientras que la regulación busca estrategias cognitivas para monitorear, corregir errores de comprensión y evaluar el aprendizaje. La metacognición trata de gestionar cómo los estudiantes aprenden y constituye un aspecto importante del aprendizaje y el desarrollo [12, 13].

Además de esta falta de análisis sobre la metacognición de los estudiantes, en algunas áreas de conocimiento, como las STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) se ha observado una mayor necesidad de implementar estas técnicas de innovación docente con el fin de aumentar el aprendizaje activo y facilitar entornos realistas donde los alumnos puedan aplicar los conocimientos adquiridos [4]. Dentro de las áreas STEM, la Química destaca como una asignatura donde los alumnos suelen tener dificultad para aprender y obtener buenos resultados académicos [13]. La falta de esta mejora docente ha demostrado ser una barrera constante para la consecución de los objetivos de los estudiantes y del profesorado, destacándose la necesidad de acelerar la adopción general de metodologías de innovación docente desde una perspectiva específica de la investigación en educación química [14].

El objetivo de este trabajo fue analizar la efectividad de la metodología de clase invertida en la asignatura de Química Analítica Aplicada del

Grado en Farmacia. Así como potenciar la adquisición y retención de conocimientos, mejorar las competencias en la resolución de problemas analíticos y desarrollar las capacidades metacognitivas de los estudiantes.

2. Material y métodos

2.1. Implementación de la clase invertida

El estudio se llevó a cabo en dos cursos académicos, 2021/2022 y 2022/2023, en la asignatura de 6 créditos ECTS (European Credit Transfer and Accumulation System) Química Analítica Aplicada del Grado en Farmacia. Al grupo del primer curso (2021/2022), denominado grupo control, se le impartió la asignatura completa de forma tradicional, sin aplicar ninguna metodología de innovación docente. El grupo del segundo curso (2022/2023), o grupo experimental, se dividió en subgrupos conformados por 3-4 alumnos. A cada uno de los subgrupos se les asignó un tema de la asignatura relacionado con los métodos eléctricos, impartándose los demás temas de forma tradicional. Asimismo, se les facilitó bibliografía para que pudiesen trabajar en grupo en la elaboración del tema asignado, tratándolo como un caso de estudio, aunque se les permitió que utilizaran cualquier fuente bibliográfica que considerasen oportuna, siempre que se acreditase su origen fiable. Una vez tuviesen el temario preparado, se les invitó a que realizaran una exposición del tema a sus compañeros.

En la Figura 1 se puede observar que la asignatura, situada en el primer semestre, tuvo una duración de 13 semanas (3 horas por semana, haciendo un total de 39 horas), repartiéndose el tiempo de forma concordante a la metodología empleada, participaron todos los estudiantes matriculados, un total de 585 alumnos (265 en el grupo control y 320 en el grupo experimental), siendo la mayoría (90 %) mujeres.

2.2. Evaluación de la actividad docente

La efectividad de la metodología de la clase invertida se evaluó de dos maneras y para ello se realizó un diseño experimental que permitiese obtener resultados comparativos (Figura 1). La primera forma de evaluación fue mediante un

examen al final del semestre, donde se valoraban la retención y asimilación de los conocimientos adquiridos, a ambos grupos. En el examen se plantearon problemas relacionados con la asignatura para poder valorar el desarrollo de las competencias en la resolución de problemas. La actividad no se tuvo en cuenta para la calificación final con el fin de obtener resultados comparables. El segundo método de evaluación de la clase invertida fue mediante un cuestionario, diseñado por el equipo docente, que se le facilitó a todo el grupo experimental antes del examen final, donde se valoraba el grado de satisfacción con la propuesta, la motivación con la asignatura y donde se le pedía su opinión con respecto a la nueva actividad.

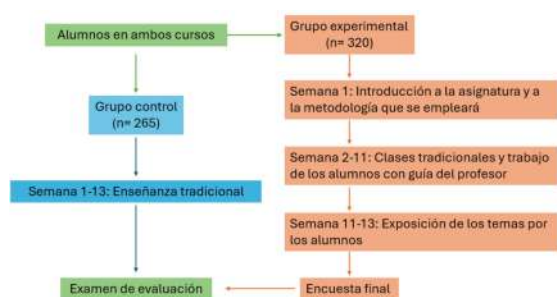


Figura 1. Diseño experimental.

2.3. Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva y análisis cuantitativo para estudiar los datos recopilados de rendimiento académico (adquisición - retención de conocimientos y habilidad para la resolución de problemas analíticos) y la capacidad metacognitiva de los estudiantes. Asimismo, tras comprobar la distribución normal y la varianza de los resultados, se empleó la prueba t-student de muestras pareadas para determinar la existencia de diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los resultados de los exámenes finales de evaluación.

3. Resultados

3.1. Resultados académicos

En la Figura 2 se muestran los resultados académicos obtenidos por ambos grupos.

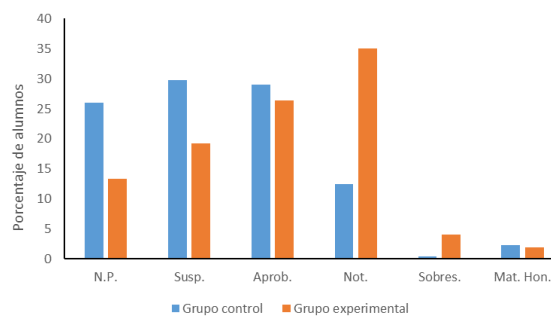


Figura 2. Resultados académicos obtenidos por los dos grupos de alumnos (N.P. = no presentados; Susp. = suspensos; Aprob. = aprobados; Sobres. = sobresaliente; Mat. Hon. = matrículas de honor).

En general, el grupo experimental mostró una mejora significativa ($p < 0,05$) de las calificaciones. El número de suspensos se redujo de 29,8 % en el grupo control a 19,3 % en el experimental. Esta disminución no se vio reflejada en el número de aprobados, cuya media fue de $27,7 \pm 1,9$ %, sino en la cantidad de alumnos que alcanzaron las calificaciones de notable y sobresaliente. Hubo un aumento significativo ($p < 0,05$) del número de estudiantes que obtuvieron estas calificaciones, en el caso de notable, pasó de un 12,5 % a 35,1 %, pero el mayor aumento se detectó en los sobresalientes, aumentando diez veces, de 0,4 a 4 %.

El porcentaje de alumnos que no se presentaron se tomó como una medida del absentismo del estudiantado, a pesar de que no es totalmente fidedigno, pues hay un gran número de alumnos que, no habiendo asistido a clase, se presenta al examen y al contrario, habiendo asistido a clase, no se presenta al examen. Aun así, sirve como medida cuantitativa y estimatoria de la asistencia del alumnado, ya que es innegable que aquellos alumnos que asisten durante el curso tienden a ir al examen de evaluación. En el caso del grupo control, un cuarto de los alumnos matriculados (26,0 %) no se presentaron, lo que implica que más de 66 alumnos abandonaron la asignatura. En el caso del grupo experimental, el porcentaje de alumnos que dejaron la asignatura fue de 13,4 %, lo que en números absolutos supone 43 alumnos. Por lo tanto, la metodología de la clase invertida no solo mejoró el rendimiento académico de los alumnos, sino que redujo a la mitad el absentismo.

Esta mejora significativa de las calificaciones no solo reflejó la mayor adquisición y retención de conocimientos por parte de los estudiantes, sino también una mayor habilidad para la resolución de los problemas analíticos incluidos dentro de la evaluación final.

3.2. Diseño de la encuesta de satisfacción

El grado de satisfacción de los estudiantes se evaluó utilizando una encuesta de satisfacción. La encuesta fue diseñada específicamente para este trabajo, aunque es lo suficientemente amplia para poder aplicarse para la evaluación de la satisfacción de cualquier metodología de innovación docente.

La encuesta final que se diseñó (Figura 3) recoge un total de 7 preguntas, además de dos párrafos informativos. En los dos párrafos se recoge información de utilidad para el alumno sobre el proyecto y el alcance de su implicación. Asimismo, se indicó a los estudiantes que era una encuesta anónima, subjetiva y sin calificación, para que pudiesen contestarla libremente.

ENCUESTA SOBRE LA ACTIVIDAD

Este cuestionario contiene una serie de preguntas relativas a la innovación docente aplicada durante el curso académico 22-23 en la asignatura Química Analítica Aplicada del Grado de Farmacia y Doble Grado en Farmacia y Óptica y Optometría en relación con el bloque de contenidos de métodos eléctricos.

Por favor, lea atentamente cada pregunta y responda según su criterio. Sea lo más objetivo posible. Su respuesta será un indicador de gran utilidad sobre los diferentes aspectos docentes implementados y a implementar en la asignatura.

1. Esta forma de trabajar los temas de los métodos eléctricos me ha permitido entenderlos mejor

☐ Sí ☐ No

2. Esta forma de trabajar los métodos eléctricos ha hecho que me interesen más esos temas

☐ Sí ☐ No

3. Esta forma de trabajar los métodos eléctricos me ha permitido entender mejor su utilidad real

☐ Sí ☐ No

4. En la realización el trabajo hemos participado equitativamente todos los integrantes del grupo

☐ Sí ☐ No

5. Ha sido excesivamente trabajoso y complicado realizar la actividad en este momento del curso

☐ Sí ☐ No

6. Si pudiera elegir, trabajaría de esta forma más partes de análisis instrumental de la asignatura

☐ Sí ☐ No

7. Comente lo que considere oportuno sobre la metodología aplicada y proponga alguna propuesta de mejora si lo considera

Figura 3. Encuesta diseñada para la evaluación de la satisfacción, motivación y metacognición de los estudiantes.

Cada cuestión planteada fue diseñada para poder obtener una idea general de la satisfacción del estudiante y que, a su vez, permitiese extraer información más profunda sobre el aprendizaje de los estudiantes.

La primera pregunta permite tener una primera aproximación a la metacognición del estudiante, ya que le hace reflexionar sobre su propio aprendizaje, valorando la clase invertida como mejor o no que la docencia tradicional.

Las cuestiones segunda, quinta y sexta están directamente relacionadas con el grado de motivación y satisfacción de los estudiantes con la asignatura.

La tercera pregunta, también relacionada con la satisfacción del estudiante para con la asignatura, refleja la importancia que le dan los alumnos a adquirir conocimientos aplicables hoy en día.

La cuarta pregunta no está relacionada con el grado de satisfacción con la actividad, ni con su utilidad, sino que se centra en la valoración de la actividad como manera de trabajar de forma colaborativa y cooperativa. Además, esta cuestión puede revelar si han desarrollado las suficientes “soft skills” para que todos los miembros del equipo trabajen conjuntamente y de forma equitativa.

Por último, la séptima pregunta se propuso como una manera de que los alumnos pudiesen expandir, y profundizar en las respuestas anteriores, ya que éstas eran binarias (Sí/No), y en darles la oportunidad de hacer propuestas de mejora de la actividad.

3.3. Evaluación de la motivación e implicación del alumnado

Como se ha comentado anteriormente, la encuesta sobre el grado de satisfacción se realizó al final del curso a los estudiantes del grupo experimental. En la Tabla 1 se recoge el porcentaje de alumnos que respondieron positiva y negativamente a las seis primeras cuestiones.

Como se puede observar, todas las preguntas, salvo la quinta, fueron respondidas de forma po-

sitiva por el 90 % de los estudiantes, aproximadamente. En el caso de la primera cuestión, el 90,9 % de los alumnos consideró que la actividad les facilitaba el proceso de aprendizaje. Asimismo, todos los alumnos mostraron que habían desarrollado la capacidad metacognitiva suficiente como para saber comparar y valorar distintos métodos de enseñanza-aprendizaje, demostrando su inclinación hacia uno frente a otro.

Tabla 1. Porcentaje de respuestas de los alumnos a las cuestiones de la encuesta.

PREGUNTA	Porcentaje de alumnos	
	SI	NO
	%	%
Cuestión 1	90,9	9,1
Cuestión 2	90,9	9,1
Cuestión 3	93,2	6,8
Cuestión 4	86,4	13,6
Cuestión 5	19,3	80,7
Cuestión 6	90,9	9,1

Por otro lado, las respuestas a las preguntas segunda y sexta mostraron que un 90,9 % de los estudiantes estaban más motivados con esta forma de enseñanza y que les gustaría que se aplicase a más contenido de la asignatura. Éste es el mismo porcentaje que contestó afirmativamente a la primera cuestión, reforzando el hecho de que esta nueva metodología de aprendizaje les gustaba más, lo que se veía reflejado en su motivación y en el interés de que se llevase a cabo en otras asignaturas o temarios. En cuanto a la quinta pregunta, a pesar de que un 80,7 % contestó negativamente, se preguntaba sobre la dificultad, por lo que realmente estos alumnos consideraron que esta manera de impartición de la asignatura no les había resultado trabajosa.

La tercera pregunta del cuestionario fue la que obtuvo el mayor porcentaje de respuestas afirmativas, un 93,2 % del alumnado, lo que claramente indicaba que el trabajar por su cuenta los conceptos de la asignatura les permite explorar la utilidad real y actual de los conceptos, técnicas y métodos analíticos del temario. Además, el hecho

de ser los estudiantes quienes lleven a cabo la labor de investigación para prepararse los temas, les permite ver la utilidad práctica de la asignatura en áreas que son de su propio interés, reforzando así la motivación por la asignatura. Esta pregunta también está relacionada a su vez con la metacognición, ya que profundizan en el entendimiento y aprendizaje de la asignatura, considerando la clase invertida como una mejor manera de entender la asignatura y su utilidad práctica.

La cuarta cuestión, al contrario que la tercera, fue la que presentó menor porcentaje de respuestas positivas, aunque aun así se mantuvo por encima del 80 %. Esta pregunta, como se ha mencionado, está relacionada con la capacidad de trabajar en equipo de forma colaborativa, cooperativa y equitativa, por lo que, aunque haya un alto grado de estudiantes satisfechos con el trabajo desempeñado por cada uno de los miembros del equipo, hay cerca de un 15 % del alumnado que consideró que algún miembro del equipo había trabajado de más o de menos que los demás. A pesar de no ser un porcentaje alto, debe tenerse en cuenta en la implementación de futuros proyectos de innovación docente para mejorar la capacidad de los estudiantes de mejorar sus "soft skills" y de comunicación con sus compañeros.

Por último, la pregunta siete, solo la contestaron alrededor de un 20 % de los estudiantes, por lo que, como posible mejora de la encuesta, se deberían plantear más preguntas que permitieran evaluar en mayor profundidad la satisfacción y metacognición de los estudiantes. Para ello se podría no limitarlas a respuestas binarias, sino incluir respuestas cuantificables donde pudieran expresar mejor el grado de satisfacción, o que cada respuesta tenga un espacio para escribir pequeñas conclusiones que hubieran podido extraer, evitando que los alumnos se tengan que enfrentar a una pregunta en blanco. De los estudiantes que contestaron, el 80 % reflexionó y comentó el impacto positivo que la actividad había producido en su aprendizaje, solicitando en algunos casos llevar la clase invertida a otras materias y niveles educativos, mostrando no sólo su grado de satisfacción con la actividad sino el alto grado de metacognición desarrollado, al ser capaces de extrapolarlo a otras asignaturas. Asimismo, casi la

mitad de los estudiantes propusieron algún tipo de mejora de la actividad realizada, reflejando una vez más la capacidad y el dominio desarrollados por los estudiantes sobre su propio aprendizaje.

4. Discusión

Los resultados mostraron que la clase invertida mejoró los resultados académicos en comparación con la docencia tradicional, lo cual coincide con los resultados obtenidos por otros autores [15]. Este método de enseñanza puede implicar una mayor carga de trabajo para los estudiantes y requiere que asuman la responsabilidad de su propio aprendizaje, lo que en ocasiones se ha asociado con un menor rendimiento o satisfacción por parte de los alumnos [1]. Sin embargo, este no fue el caso en este estudio.

Los estudiantes mostraron un mayor interés por la asignatura y por esta forma de enseñanza, destacando la gran utilidad de la actividad para mejorar la adquisición de conocimientos y la facilidad para adquirirlos, incluyendo la habilidad para la resolución de problemas analíticos. Estos resultados están en contraposición con los mostrados por Boesdorfer [16], donde un 40 % de sus estudiantes, a pesar de gustarles esta metodología, no pensaba que realmente fuese una metodología útil para adquirir habilidades para la resolución de problemas.

Como se ha comentado anteriormente, los estudiantes mostraron un alto grado de satisfacción con la asignatura, lo que está en concordancia con lo mostrado por Almendros et al. [17], que además destacaron que las ventajas obtenidas de la implementación del aula invertida, entre otras, estaban relacionadas con el grado de motivación. Por lo que, lo primero que se debe buscar a la hora de implementar alguna metodología de innovación docente debe ser la motivación de los estudiantes, ya que esto repercutirá directamente en su rendimiento [4]. Asimismo, Holloway et al. [4] destacaron la importancia de mostrar e incluir temas de importancia social que puedan motivar a los alumnos, lo que se puede observar en el alto porcentaje de respuestas afirmativa en la tercera pregunta. Por último, la mejora de la capacidad metacognitiva de los estudiantes, gracias a la implementa-

ción de la clase invertida, también ha sido reflejada en otros estudios [6], lo que ratifica que el aprendizaje activo no sólo mejora la adquisición-retención de los conocimientos, sino que también dota de control a los estudiantes sobre su propia cognición [18].

5. Conclusiones

El objetivo de este estudio fue evaluar la clase invertida como una metodología adecuada para mejorar la adquisición-retención de conocimientos, las habilidades para resolver problemas analíticos y la capacidad metacognitiva de los estudiantes. La implementación de la clase invertida ha mejorado los resultados académicos debido a un aumento de la motivación e implicación de los alumnos. Además, esta metodología ha permitido que los alumnos relacionen los conocimientos adquiridos con la utilidad de estos en áreas de su interés, lo que a su vez ha promovido una mayor motivación con la asignatura.

El trabajo colaborativo también fue bien valorado por los estudiantes, pero se ha observado que hay que mejorar las “*soft skills*” para que un mayor porcentaje de los alumnos este conforme con el trabajo en grupo. La capacidad de reflexión sobre el aprendizaje propio fue un claro reflejo de la capacidad metacognitiva de los estudiantes, siendo capaces de valorar unos escenarios académicos frente a otros.

En conclusión, la implementación de la clase invertida ha permitido, no solo mejorar el rendimiento académico, si no la motivación e implicación de los estudiantes, mostrar áreas de innovación docente donde se debe incidir y la capacidad para desarrollar la capacidad metacognitiva de los estudiantes; demostrando ser una metodología de innovación docente imprescindible para un entorno educativo de calidad.

Agradecimientos

Se agradece a todos los estudiantes su participación y ayuda en este proyecto.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Du B, Guo J. Improving Students' Awareness and Ability of Academic Integrity in a Flipped Chromatographic Analysis Course. *J Chem Educ.* 2024;101:69-76. doi: 10.1021/acs.jchemed.3c00718.
2. Rojas A. Enhancing Student Engagement and Outcomes by Utilizing Lightboard Videos to Facilitate a Flipped Classroom in General Chemistry. *J Chem Educ.* 2023;100:4378-86. doi: 10.1021/acs.jchemed.3c00780.
3. UNESCO. ICT in Education - Mobile Learning. 5 Junio 2024. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231288_spa.
4. Holloway LR, Miller TF, da Camara B, Bogie PM, Hickey BL, Lopez AL, Ahn J, Dao E, Naibert N, Barbera J, Hooley RJ, Eicher F. Using Flipped Classroom Modules to Facilitate Higher Order Learning in Undergraduate Organic Chemistry. *J Chem Educ.* 2024;101:490-500. doi: 10.1021/acs.jchemed.3c00907.
5. Sun L, Liu D, Lian J, Yang M. Application of flipped classroom combined with virtual simulation platform in clinical biochemistry practical course. *BMC Med Educ.* 2023;23:771. doi: 10.1186/s12909-023-04735-x.
6. Cascolan HMS. The Effect of Flipped Classroom Environment on Academic Achievement, Self-efficacy and Metacognitive Awareness of Students towards Chemistry. In *Proceedings of the 14th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning (IC4E '23)*. ACM, New York, NY, USA. 2023.
7. Nugraheni B, Surjono H, Aji G. How Can Flipped Classroom Develop Critical Thinking Skills? A Literature Review. *Int J Inf Educ Technol.* 2022;12:82-90. doi: 10.18178/ijiet.2022.12.1.1590.
8. Bancroft SF, Jalaieian M, John SR. Systematic Review of Flipped Instruction in Undergraduate Chemistry Lectures (2007-2019): Facilitation, Independent Practice, Accountability, and Measure Type Matter. *J Chem Educ.* 2021;98:2143-55. doi: 10.1021/acs.jchemed.0c01327.
9. Eichler JF. Future of the Flipped Classroom in Chemistry Education: Recognizing the Value of Independent Preclass Learning and Promoting Deeper Understanding of Chemical Ways of Thinking During In-person Instruction. *J Chem Educ.* 2022;99:1503-8. doi: 10.1021/acs.jchemed.1c01115.
10. Amalia N, Saefudin, Nurjhani M. Identification of students' metacognition in designing higher order thinking skill questions. *AIP Conf Proc.* 2024;2622(1):070002. doi: 10.1063/5.0133855.
11. Schraw G, Dennison RS. Assessing metacognitive awareness. *Contemp Educ J.* 1994;19:460-75.
12. Jaleel S, Premachandran P. A Study of the Metacognitive Awareness of Secondary School Students. *Univ J Educ Res.* 2015;4(1):165-72.

13. Suryelita S, Guspatni G, Defriati P. Description of learning difficulties on atomic structure and periodic table topics of tenth grade student in SMAN 7 Padang. J Phys Conf Ser. 2019;1317:012147. doi: 10.1088/1742-6596/1317/1/012147.
14. Sweeder RD, Herrington DG, Crandell OM. Chemistry Education Research at a Crossroads: Where Do We Need to Go Now? J Chem Educ. 2023;100:1710-5. doi: 10.1021/acs.jchemed.3c00091.
15. Tatal O, Yazar T. Flipped classroom improves academic achievement, learning retention and attitude towards course: a meta-analysis. Asia Pacific Educ Rev. 2021;22:655-73. doi: 10.1007/s12564-021-09706-9.
16. Boesdorfer SB, Anderson SM, Botello JA, Webb KE, Mowery D, Daughety BM, Harris MM. Experiences with Flipped Classroom Methodology in US High School Chemistry Courses: Lessons Learned from Action Research Projects. J Chem Educ. 2023;100:2096-104. doi: 10.1021/acs.jchemed.2c01016.
17. Almendros P, Montoya M, Pablo-Lerchundi I, Ruiz-Galende P, Revuelta F. Aprender química de nivel universitario con el uso de aula invertida en docencia virtual. iENCI;2023;28(3):111-27. doi: 10.22600/1518-8795.ienci2023v28n3p111.
18. Limueco JM, Prudente MS. Flipped Classroom enhances students' metacognitive awareness. In 10th International Conference on E-education, E-business, E-management and E-learning. New York USA, 2019.

Este trabajo debe ser citado como:

Díaz-Montaña EJ, Lobo-Prieto A, Baca-Bocanegra B, Nogales-Bueno J, Tena N, Jara-Palacios MJ, Aparicio-Ruiz R, Orta-Cuevas MM, Hernanz D, Morales MT. Aula Invertida en el Aprendizaje Activo de la Química Analítica. Rev Esp Cien Farm. 2024;5(1):94-102.

Originales Breves

Jornadas de Nanotecnología: Incorporación de actividades de diseño de medicamentos para la integración de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales

Nanotechnology Conferences: Incorporation of drug design activities for the integration of conceptual, procedural and attitudinal contents

Fernández-Muñoz B*, Álvarez-Fuentes J

Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla, Spain.

* Correspondencia: bfernandezm@us.es

Recibido 8 de julio de 2024, aceptado 26 de julio de 2024.

Resumen: La enseñanza universitaria debe realizar un cambio hacia una docencia centrada en la consecución de competencias y destrezas por parte del alumnado, donde se potencie el aprendizaje permanente y habilitante para la profesión. Para ello el profesorado debe brindar situaciones de aprendizaje coherentes con las exigencias de la sociedad y el mercado laboral, acordes a las motivaciones individuales de cada alumno, y donde el alumno trabaje de forma autónoma. La realización de Jornadas y/o Congresos de alumnos son una herramienta pedagógica en línea con esta filosofía y han demostrado ser útiles para la adquisición de competencias profesionales. El objetivo de este proyecto es incorporar como herramienta docente la realización de unas Jornadas de alumnos en la asignatura "Nanotecnología", donde cada alumno elegirá una enfermedad y diseñará un medicamento utilizando herramientas nanotecnológicas, explicándolo a los compañeros en una breve exposición oral de tres minutos. La intención con este proyecto es cambiar de un modelo con un alto peso de charlas magistrales y evaluación principalmente de contenidos conceptuales, hacia un modelo donde se reduzca el protagonismo del profesor y se aumente el peso en la evaluación de la adquisición de contenidos procedimentales y actitudinales. Esta actividad fomentará la creatividad de los alumnos y les ayudará a revisar los contenidos más importantes de la asignatura, integrar los conceptos y aplicarlos según sus propias motivaciones. Al mismo tiempo, le brindará al profesor la oportunidad de evaluar si el alumnado ha adquirido correctamente los contenidos conceptuales, procedimentales y

actitudinales. Esta evaluación se hará con una rúbrica fluida negociada con los alumnos. Una vez finalizada la asignatura, se evaluarán los posibles beneficios de la incorporación de estas Jornadas de Nanotecnología, con una encuesta de satisfacción del alumnado y comparando las calificaciones entre los alumnos participantes y los no participantes en las Jornadas.

Abstract: Higher education is changing towards a teaching focused on the achievement of competencies and skills by students, where lifelong learning that enables for the profession is achieved. To this aim, professors must provide learning experiences consistent with the demands of society and the job market and allowing the students to work autonomously and accordingly to their motivations. The organization of student congresses is a pedagogical tool in line with this philosophy and have proven to be useful for the acquisition of professional skills. The objective of this project is to incorporate as a teaching tool, a student congress in the subject "Nanotechnology", where each student will choose a disease and will design a nanomedicine, explaining their project to classmates in a brief oral presentation of three minutes. The intention with this project is to change from a model with a high weight of professor talks and evaluation mainly of conceptual content, towards a model where the prominence of the professor is reduced and the weight of procedural and attitudinal content in the evaluation is increased. This activity will encourage creativity of students and will help them to review the most important contents of the subject, integrate the concepts and apply them according to their own motivations. At the same time, it will give the opportunity to the professors to evaluate whether the students have correctly acquired the conceptual, procedural and attitudinal contents. This evaluation will be performed with a fluid rubric, negotiated with the students. The possible benefits of the incorporation of this nanotechnology congress will be evaluated at the end of the course with a student satisfaction survey and comparing the marks between participating and non-participating students in the congress.

Palabras clave: congreso, nanomedicamentos, competencias, neuroeducación, rúbrica.

Keywords: congress, nanomedicines, skills, neuroeducation, rubric.

1. Introducción

La entrada de los sistemas de enseñanza universitaria en el marco internacional del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), supone un cambio hacia la consecución de competencias y destrezas, en donde debe potenciarse el aprendizaje permanente y que capacite para la profesión. De este modo, la Universidad debe brindar situaciones de aprendizaje coherentes con las exigencias de la sociedad y el mercado laboral [1]. Estas situaciones de aprendizaje deben ser, a su vez, flexibles y acordes a las motivaciones individuales de cada alumno, ya que, según los estudios sobre neuroeducación, para que el alumno aprenda, es clave que los datos sean relevantes para él, para su carrera profesional e intereses personales [2]. Por último, es deseable el uso de metodologías activas donde el alumno trabaje de forma autónoma, puesto que este tipo de actividades favorecen el aprendizaje permanente [3].

La realización de Jornadas y/o Congresos de alumnos son una herramienta pedagógica en línea con esta filosofía y han demostrado ser herramientas docentes útiles para favorecer la adquisición de competencias habiendo sido aplicado con éxito en otros grados de la rama de ciencias y ciencias de la salud [4, 5].

El objetivo de este proyecto es incorporar como herramienta docente la realización de unas Jornadas donde cada alumno elegirá una enfermedad y diseñará un medicamento utilizando herramientas nanotecnológicas, y explicándolo a los compañeros en una breve exposición oral. Esta actividad ayudará al alumno a revisar los contenidos más importantes de la asignatura, integrar los conceptos y aplicarlos según sus propias motivaciones. Al mismo tiempo, esta actividad le brindará al profesor la oportunidad de evaluar si el alumnado ha adquirido e integrado correctamente los contenidos conceptua-

les, procedimentales y actitudinales trabajados durante el curso.

La asignatura en la cual se desarrollará este proyecto de innovación docente es “Nanotecnología”. Se trata de una asignatura optativa que se imparte en el 4º curso del grado en Bioquímica. La asignatura es impartida por el departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica y el departamento de Nutrición y Bromatología, Toxicología y Medicina Legal de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla. La finalidad de la asignatura es que los alumnos conozcan las herramientas nanotecnológicas disponibles para el desarrollo de medicamentos y productos sanitarios (Tabla 1) y desarrollen las competencias generales, específicas y transversales descritas en la Tabla 2. Es una asignatura de carácter cuatrimestral y en la cual se imparten clases prácticas y clases teóricas, y donde el número de alumnos oscila cada curso académico entre 10 y 25. Hasta ahora, la asignatura contemplaba dos posibles sistemas de evaluación: uno de ellos basado en la realización de dos parciales, y otro en un único examen final. El presente proyecto se aplicaría a la primera modalidad de evaluación.

La metodología docente aplicada hasta el momento en la asignatura consiste en que el profesorado imparte clases magistrales teóricas (48 h)

y clases prácticas (9 h) y se realizan exámenes sobre los conocimientos teóricos adquiridos con un 85 % de peso en la nota final, siendo el restante 15 % la evaluación de las clases prácticas. La finalidad de este proyecto es cambiar este modelo con un alto peso de charlas magistrales y evaluación de contenidos conceptuales hacia un modelo donde se reduzca el protagonismo del profesor y se aumente el peso en la evaluación de la adquisición de conocimientos procedimentales y actitudinales.

En la actividad que se propone en el presente proyecto, los alumnos plantearán sus casos, así como su solución, y posibles complicaciones en función de las características de la enfermedad, principio activo y nanosistema elegido, a la vez de que deben ser capaces de discutir el diseño de su nanomedicamento con sus compañeros. Así, los alumnos deberán relacionar los conocimientos adquiridos durante el curso para aplicarlos en el caso práctico a desarrollar, y les ayudará a entender la utilidad de estos en lugar de memorizar conceptos.

Se evaluará la eficacia del uso de estas Jornadas de Nanotecnología como herramienta educativa para incrementar la motivación de los alumnos, fortalecer la adquisición de competencias y desarrollar sus habilidades comunicativas.

Tabla 1. Temario de la asignatura Nanotecnología

Tema	Descripción
Tema 1	La nanoescala. Concepto. Historia de la nanotecnología. Propiedades dependientes del tamaño.
Tema 2	Materiales. Clasificación. Biomateriales y Técnicas de nanofabricación: aproximaciones bottom up-top down
Tema 3	LADME. Aspectos biofarmacéuticos: vías de administración parenteral y extravasal (mucosas)
Tema 4	Nanoencapsulación de compuestos activos. Sistemas de liberación de fármacos. Objetivos. Ventajas e inconvenientes.
Tema 5	Aspectos físico-químicos con relevancia en la nano-escala: Movimiento Browniano. Viscosidad. Adherencia. Propiedades mecánicas. Propiedades ópticas
Tema 6	Clasificación de los nanomateriales según tamaño, naturaleza y estructura.
Tema 7	Nanopartículas de interés en biomedicina (poliméricas, NPs lipídicas, microemulsiones, liposomas, dendrímeros, micelas poliméricas, etc.). Técnicas de síntesis y fabricación.

Tema 8	Procesado. Técnicas de caracterización y ensayos de evaluación in vitro de nanosistemas. Control de calidad.
Tema 9	Interacción con las membranas biológicas y evasión del SFM. Determinantes estructurales y tráfico intracelular. NPs y sistema inmunológico. Tráfico intra- e intercelular.
Tema 10	Direccionamiento pasivo y direccionamiento activo. Técnicas pasivas utilizando estímulos endógenos y/o exógenos. Técnicas activas: interacciones ligando-receptor.
Tema 11	Aplicaciones de nanopartículas en cáncer. Enfermedades neurodegenerativas, infecciosas, cardiovasculares y otras.
Tema 12	Aplicaciones de nanopartículas en terapia génica.
Tema 13	Aplicaciones de nanopartículas en vacunación y modulación del sistema inmunitario.
Tema 14	Nanomateriales para implantes médicos. Nanoestructuras como andamiaje para su aplicación en terapias de regeneración.
Tema 15	Sistemas de diagnóstico in vitro e in vivo
Tema 16	Nanoseguridad en medicina
Tema 17	Marco normativo. Regulaciones en materia de sustancias químicas, medicamentos y productos sanitarios.
Tema 18	Patentabilidad y mercado.

Tabla 2. Competencias incluidas en el programa de la asignatura Nanotecnología. CB: competencias básicas, CE: competencias específicas, CT: competencias transversales.

Código competencia	Descripción competencia
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
CB3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
CB4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
CB5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
CB4	Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, incluyendo la capacidad de comunicar aspectos fundamentales de su actividad profesional a otros profesionales de su área, o de áreas afines, y a un público no especializado.
CB5	Haber desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores de especialización con un alto grado de autonomía, incluyendo la capacidad de asimilación de las distintas innovaciones científicas y tecnológicas que se vayan produciendo en el ámbito de las Biociencias Moleculares.

CE1	Entender las bases físicas y químicas de los procesos biológicos, así como las principales herramientas físicas, químicas y matemáticas utilizadas para investigarlos.
CE33	Integrar bien los fundamentos de las ciencias de la vida y las ciencias de la ingeniería en el desarrollo de productos y aplicaciones.
CT1	Adquirir la capacidad de razonamiento crítico y autocrítico
CT5	Saber aplicar los principios del método científico.
CT8	Saber leer textos científicos en inglés

2. Metodología

Este proyecto de innovación docente se va a desarrollar dentro de las clases teóricas de la asignatura “Nanotecnología”, en un total de 5 sesiones (ver cronograma, Sección 4).

En la primera sesión, realizada al principio de la asignatura, se explicará la actividad y se les dará a los alumnos un guion a seguir (Figura 1). Para el desarrollo de la actividad, se partirá de una pregunta inicial: “¿qué necesito para desarrollar un nanomedicamento para una determinada enfermedad?”, de la cual parten diferentes preguntas que deberán ir respondiendo, por ejemplo: “¿qué principio activo utilizaría?” “¿qué tipo de nanosistema desarrollaría?”, etc. Se tratará de una actividad voluntaria dentro de la modalidad de evaluación por parciales. En esta primera sesión, se presentará a los alumnos los criterios de evaluación contemplados en una rúbrica fluida (Tabla 4), que será consensuada más adelante con los alumnos.

Aproximadamente a mitad del cuatrimestre, se volverá a recordar la actividad y se acordará con los alumnos los criterios de evaluación llegando a la versión final de la rúbrica. La actividad de debate sobre la rúbrica se planteará en esta segunda sesión a mitad del cuatrimestre, cuando los alumnos ya tienen cierto conocimiento sobre la asignatura. La rúbrica incorporará la evaluación de contenidos conceptuales y procedimentales, pero también de los actitudinales, ya que la actitud, aun siendo clave en el ámbito laboral, suele estar poco presente en los contenidos docentes y en las rúbricas de evaluación [6]. Esta evaluación del “saber”, “saber hacer” y de la actitud va en línea con los conceptos de la enseñanza orientada al

aprendizaje y la adquisición de competencias por parte del alumnado [7].

Durante el progreso de las clases teóricas se solucionarán dudas sobre la actividad y el profesorado supervisará que los alumnos están orientando el caso práctico en la forma correcta.

Al final del curso, los alumnos deberán presentar un trabajo de dos folios de extensión máxima siguiendo el guion previamente proveído (Figura 1). Posteriormente a la entrega de los trabajos, se realizarán unas Jornadas de Innovación en Nanotecnología donde cada alumno realizará una breve presentación del nanomedicamento diseñado que no deberá durar más de 3 minutos. Esta presentación podrá ser en cualquier formato (presentación de PowerPoint, video, podcast, póster, etc.) atendiendo a la diversidad de preferencias y habilidades por parte del alumnado, y de acuerdo con las demandas actuales y los conceptos de neuroeducación [8]. Después de cada exposición se abrirá un tiempo de debate donde los alumnos podrán comentar dudas y expresar sus opiniones. Se fomentará la discusión haciendo preguntas como: “¿habríaís escogido otro principio activo?”, “¿otro nanosistema?”, “¿qué otro elemento de direccionamiento podríamos haber utilizado?” “¿sería factible otra vía de administración?”. La participación y capacidad de discusión será parte de la rúbrica de evaluación (Tabla 3). Al finalizar cada exposición de un alumno, el resto de sus compañeros rellenarán un pequeño papel con los apartados “Así sí”, “Así no” y “Y si...”, donde indiquen los aspectos positivos de la exposición, aspectos a mejorar y sugerencias. Estas fichas serán entregadas al alumno que ha expuesto, de forma que el estudiante tenga el *feedback* no sólo del profesor sino también del

resto de sus compañeros. Al finalizar las Jornadas de Innovación en Nanotecnología, se hará una entrega de diplomas de participación a cada alumno.

El peso de esta actividad en la calificación final de la asignatura será de un 10 %, constituyendo el examen un 75 % y un 15 % la evaluación de las prácticas.

Al término de la actividad, se solicitará a los alumnos participantes su evaluación sobre el uso de esta nueva herramienta de innovación docente mediante la elaboración de una encuesta anónima entregada mediante un cuestionario on-line a fin de evaluar el grado de satisfacción con la actividad (Figura 2).

Finalmente, los profesores de la asignatura podrán evaluar los beneficios de la actividad comparando las calificaciones entre los alumnos participantes y los no participantes en las Jornadas.

3. Resultados esperables

El presente proyecto tiene como objetivo que los alumnos, en función de sus motivaciones personales, elijan una enfermedad y diseñen un nuevo nanomedicamento.

Se espera que esta actividad favorezca la integración de conceptos y que los alumnos se sientan autónomos y profesionalmente capaces de iniciarse en el diseño y desarrollo de nanomedicamentos, incluyendo el abordaje de aspectos legales y de mercado. Lo que se pretende es integrar los contenidos adquiridos en la asignatura pero también los adquiridos en el resto de asignaturas del grado. Teniendo en cuenta que es una asignatura del último curso, es especialmente pertinente la realización de este tipo de actividades más cercanas a la realidad de la profesión.

Tras la realización del trabajo escrito se espera que los alumnos construyan pensamientos críticos y adquieran capacidad resolutoria, aplicando todos los conocimientos adquiridos durante el curso a un ejemplo concreto dentro de sus intereses personales y profesionales.

Tras la realización de las exposiciones orales realizadas en las Jornadas de Nanotecnología, se espera que los alumnos adquieran habilidad de síntesis, ya que la presentación será de sólo 3 minutos, habilidades de comunicación oral y capacidades para valorar/cuestionar y comentar el trabajo del resto de compañeros.

La realización de esta actividad además los preparará de cara al examen ya que deberán revisar y aplicar a un caso práctico la mayoría de los temas y conceptos trabajados en la asignatura durante el cuatrimestre.

Por otro lado, con esta actividad el profesorado podrá valorar si el alumnado ha adquirido las competencias incluidas en el proyecto de la asignatura entre las que se encuentra la aplicación de conocimientos a su vocación, la resolución de problemas, la autonomía, la capacidad de integrar conceptos, de emitir juicios y transmitir información, entre otros (Tabla 2). El alumno contará además, no sólo con el feedback del profesorado si no también con el del resto de compañeros.

Aumentar la motivación fomenta el aprendizaje y la integración de conceptos, un aspecto altamente aceptado en el campo de la neuroeducación [9, 10]. Es por ello que este tipo de actividades en las que los alumnos pueden aplicar de forma autónoma los conceptos adquiridos sobre el desarrollo de nanomedicamentos al tratamiento de una enfermedad o problema de salud elegido por ellos, fomentará su motivación y, por ende, su capacidad de aprendizaje.

Nombre Alumno:

Título:

Descripción del nanosistema diseñado siguiendo el siguiente esquema:

1. Patología o problema en el ámbito de salud a tratar.
2. Breve descripción del Nanosistema diseñado con indicación del principio activo (si procede).
3. Biomateriales a utilizar.
4. Método de fabricación (ej. técnica de nanoencapsulación).
5. Técnicas de caracterización del nanosistema.
6. Estrategias de transporte pasivo y activo.
7. Vía de administración.
8. Aspectos de nanoseguridad a tener en cuenta.
9. Aspectos normativos a tener en cuenta.
10. Aspectos de patentabilidad y mercado a tener en cuenta.

Figura 1. Guion a seguir en el trabajo escrito.

Tabla 4. Rúbrica de evaluación propuesta

Criterio	Inadecuado (0-4)	Básico (5-6)	Adecuado (7-8)	Excelente (9-10)
CONTENIDO (30 %)	No muestra dominio del tema, o tiene errores o carencias de contenido importantes. Contenido poco creativo	Dominio básico del tema, sin errores o carencias de contenido importantes. Contenido creativo	Buen dominio del tema, integración de conceptos, sin errores o carencias de contenido importantes. Contenido creativo	Excelente dominio del tema, integración de conceptos, ausencia de errores o carencias de contenido importantes. Contenido muy creativo
PRESENTACIÓN (30 %)	De difícil comprensión, presentación y redacción deficientes, escasas habilidades de comunicación	Cierta claridad y rigor técnico, presentación y redacción básicas, habilidades de comunicación aceptables	Claridad y rigor técnico, presentación y redacción adecuadas, buenas habilidades de comunicación	Claridad y rigor técnico, excelente presentación y redacción, habilidades de comunicación excepcionales
ACTITUD (40 %)	Poca implicación, faltas de respeto, ausencia de escucha activa, sin aportación de ideas	Cierta implicación, respeto, cierta escucha activa y aportación de ideas	Implicación, respeto, escucha activa y aportación de ideas	Alto grado de implicación, respeto, escucha activa y aportación de ideas remarcable

ENCUESTA “Jornadas de Nanotecnología”

1. ¿Consideras que esta actividad ha contribuido a tu aprendizaje sobre la asignatura?

☐ Mucho

☐ Algo

☐ Poco

☐ Nada

2. ¿Consideras que esta actividad ha contribuido a tu desarrollo profesional?

☐ Mucho

☐ Algo

☐ Poco

☐ Nada

3. Valora el grado de dificultad de la actividad

☐ Muy difícil

☐ Difícil

☐ Fácil

☐ Muy fácil

4. ¿Recomendarías que esta actividad se siguiera realizando en los cursos académicos venideros?

☐ Mucho

☐ Algo

☐ Poco

☐ Nada

5. Aspectos positivos de la actividad:

6. Puntos de mejora, comentarios, etc. sobre la actividad:

Figura 2. Encuesta para la evaluación del grado de satisfacción del alumnado.

4. Cronograma

Tabla 4. Cronograma de consecución de actividades.

Actividades / Días	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Presentación de la actividad					
Resolución de las posibles dudas					
Acuerdo sobre rúbrica fluida					
Entrega de documento caso práctico					
Exposición del proyecto					
Encuesta					

5. Perspectivas futuras

Este proyecto se aplicará a la asignatura “Nanotecnología” en el curso 2024/25 y se evaluarán sus resultados sobre el grado de satisfacción y el grado de aprendizaje del alumnado.

La aplicación de este proyecto será viable en la medida en que el número de alumnos se mantenga en un rango de 10-50 alumnos, ya que un número mayor de alumnos dificultaría la realización de exposiciones orales individuales, distendiéndose demasiado en el tiempo la duración de las Jornadas de Nanotecnología. En caso de tener un número

elevado de alumnos, se podría valorar la realización de la exposición oral en grupos de 3-5 alumnos o la realización de algunas comunicaciones en tipo póster y sólo algunas con comunicación oral.

Se espera que las Jornadas de Nanotecnología favorezca la adquisición de competencias profesionales y comunicativas y prepare al alumnado de forma más efectiva para el ejercicio de la profesión.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en el seno de la Red de Apoyo entre Docentes e Innovación Educativa de la Facultad de Farmacia (RADIF), financiada por el IV Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla.

Conflicto de intereses

No hay conflictos que declarar.

Referencias bibliográficas

1. Martínez-González JA. El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y nuevo rol del estudiante universitario. Cuadernos de Educación y Desarrollo. 2010;2(16):1-17.
2. Aguilar-Chuquipoma SG. La Neuroeducación y el aprendizaje. Pol Con. 2020;5(9):557-78. doi: 10.23857/pc.v5i9.1711.
3. Yurdakul C. An Investigation of the Relationship between Autonomous Learning and Life-long Learning. IJERE. 2017;2(1):15-20. doi: 10.24331/ijere.309968.
4. Jiménez-Fontana R, Aragón L, Albendín G. Análisis de la incidencia de talleres formativos en el desarrollo de competencias comunicativas en futuros docentes y ambientólogos. Rev Eureka Ensen Divulg Cienc. 2020;17(3):320301-17 doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i3.3203.
5. Ramón-Arbués E, Martínez-Abadía B, Juárez-Vela R, Martín-Gómez S. Simulacro de Congreso Científico. Aplicación en el Grado de Enfermería. Enferm Glob. 2014;13(34):172-81. doi:https://doi.org/10.6018/eglobal.13.2.167891.
6. Alsina-Masmitjá J. Rúbricas para la evaluación de competencias. 1ª ed. Barcelona: Ediciones Octaedro; 2013. 68 p.
7. Cejas-Martínez MF, Rueda-Manzano MJ, Cayo-Lema LE, Villa-Andrade LC. Formación por competencias: Reto de la educación superior. RCS. 2019;25(1):94-101.
8. Euler S. The age of neuroeducation. ETp. 2015; May (98):4-6.
9. Schunk DH, Meece JL, Pintrich PR. Motivation in Education: Theory, Research, and Applications. 4ª ed. London: Pearson; 2014. 436 p.
10. Immordino-Yang MH, Damasio A. We Feel, Therefore We Learn: The Relevance of Affective and Social Neuroscience to Education. Mind, Brain, and Education. 2007;1(1):3-10. doi: 10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x.

Este trabajo debe ser citado como:

Fernández-Muñoz B, Álvarez-Fuentes J. Jornadas de Nanotecnología: Incorporación de actividades de diseño de medicamentos para la integración de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Rev Esp Cien Farm. 2024;5(1):103-111.

Originales Breves

Un MinuTikTok de Fisiología

A MinuTikTok of Physiology

González-Serna MA*, Vázquez-Carretero MD, García-Miranda P, Cano M, Calonge ML, Nogales-Bueno F, Nunez-Abades P, Carrascal L, Argüelles S, Romero-Herrera I, Gallego-López MdC, Fontán-Lozano A, Mejías-Estévez R, Reyes-Goya C, Santana- Garrido A, Peral MJ, Vázquez CM, Carreras O, Ojeda ML, Mate A.

Departamento de Fisiología, Universidad de Sevilla

* Correspondencia: malejandro@us.es

Recibido 7 de julio de 2024, aceptado 23 de julio de 2024.

Resumen: La práctica profesional farmacéutica orientada al paciente desde la farmacia comunitaria se estructura en diferentes Servicios Profesionales Farmacéuticos Asistenciales (SPFA). El objetivo del presente trabajo es revisar y exponer la metodología docente empleada en el aprendizaje de los SPFA en la asignatura Atención Farmacéutica y Medicamentos y Práctica Sanitaria en la Universidad de Sevilla. Asimismo, se evalúan los resultados académicos de la asignatura y el grado de satisfacción del estudiantado con el objetivo de proponer acciones de mejora. Desde el curso 2018-19, en dicha asignatura los estudiantes realizan prácticas de simulación clínica en el aula práctica de farmacia incluyendo los SPFA de dispensación, indicación, seguimiento farmacoterapéutico y elaboración de sistemas personalizados de dosificación (SPD). La inclusión de las prácticas de simulación ha mejorado los resultados académicos, aumentando la tasa de rendimiento y el porcentaje de estudiantes con calificación de notable. Asimismo, esta práctica es valorada con niveles altos y muy altos de satisfacción por los estudiantes. El desarrollo de las clases y los materiales docentes de apoyo también tienen un alto nivel de satisfacción. Por el contrario, la resolución de casos de seguimiento farmacoterapéutico en seminarios es la actividad con valores más bajos de satisfacción, suponiendo un aspecto a mejorar a partir del siguiente curso. Nuestros resultados muestran como las prácticas de simulación son una propuesta metodológica óptima para introducir a los estudiantes de Grado en Farmacia en el aprendizaje de los SPFA.

Abstract: The University of Seville seeks to improve teaching practices and student performance by developing innovative teaching-learning strategies in its undergraduate programs. In line with this approach, the proposal "A MinuTikTok of Physiology" aims to introduce new learning strategies for the courses taught by the department. This project involves 20 professors, around 1300 students, and

various undergraduate and double degree programs in the Department of Physiology at the Faculty of Pharmacy. It aims to explore the potential of TikTok as an educational tool. Students will work in pairs to create two brief summaries: one on a mechanism/process and another on a consequence or problem resulting from its malfunction. A common class exercise using Wooclap will be conducted on this topic. Based on this information, students will create two explanatory videos with a maximum duration of 30 seconds each, which will be shared on a TikTok channel specifically created for this purpose. This initiative not only aims to enhance educational quality and make learning more engaging and effective but also seeks to foster students' interest in Physiology and Science in general. By connecting with a broader audience through social media, the project hopes to inspire students and the public, showcasing Physiology and Science as exciting and accessible to everyone. This project represents a step forward in integrating social media into higher education, with the potential to positively influence the student and academic community, as well as society at large, following the previously demonstrated success in our department using Instagram.

Palabras clave: Farmacia, Fisiología, Innovación Docente, Redes Sociales, TikTok.

Keywords: Pharmacy, Physiology, Teaching Innovation, Social Networks, TikTok.

1. Introducción

Los avances tecnológicos han tenido un impacto significativo en todos los sectores de la sociedad, particularmente en la forma en que nos comunicamos, compartimos información y accedemos a ella. Esto se debe en parte a la evolución de los dispositivos móviles, aplicaciones y redes sociales, los cuales han eliminado las barreras de tiempo y espacio al permitirnos compartir información de manera instantánea, concisa y en varios formatos multimedia.

Además, los usuarios han adquirido habilidades en el uso de estas plataformas a medida que experimentan y se familiarizan con ellas. Estas redes sociales también se caracterizan por la creación de nuevos lenguajes de comunicación, que incluyen stickers, emojis, escritura breve, y la proliferación de imágenes y vídeos.

Esto convierte a los usuarios en emisores y productores de contenido, al tiempo que actúan como canales de transmisión y creación de información [1].

Entre las plataformas destacadas en esta línea se encuentran YouTube, Instagram y TikTok, siendo esta última la preferida por los jóvenes para compartir aspectos de su vida diaria, pasiones y momentos cómicos que se vuelven virales en cuestión de segundos.

Este crecimiento ha generado un interés considerable en la investigación, como se evidencia en estudios recientes que se enfocan en la aceptación tecnológica y la adicción a las redes sociales en entornos virtuales obligatorios [2].

Además, los jóvenes han integrado el uso de las redes sociales en sus rutinas diarias como parte de sus pasatiempos, lo que ha contribuido al aumento del estrés académico [3].

En respuesta a estas investigaciones, la plataforma TikTok ha lanzado iniciativas como <https://campustiktok.com>, con el propósito declarado en su página oficial <https://newsroom.tiktok.com/> de "crear un programa integral que fomente la creatividad en un entorno seguro, promoviendo además el uso educativo de la plataforma y la participación colectiva en ella".

Para algunos autores, TikTok fomenta el aprendizaje experiencial, el cual involucra conocimientos, habilidades y emociones, al considerar la plataforma como una comunidad de aprendizaje [4].

Los profesores participantes en el presente proyecto desconocían en su mayoría esta red, por considerarla exclusiva para jóvenes. Mediante esta iniciativa, han decidido explorarla para que los alumnos presenten procesos o mecanismos fisiológicos y las consecuencias o problemas asociados, de manera resumida, creativa, motiva-

dora y alejada de la presentación tradicional de estas materias. El resultado de este intento de explorar nuevas narrativas digitales se podrá consultar en el canal de TikTok creado por el departamento para tal fin, donde se mostrarán estos vídeos, ahondando también en el reto al que se enfrentan los docentes para aprender y aprovechar el potencial de las redes sociales.

El aprendizaje experiencial se basa en enfatizar la importancia del aprendizaje permanente, que incluye la capacidad de aprender a aprender mediante la metacognición [5]. Este enfoque promueve un aprendizaje funcional y significativo [6]. Los estudiantes integran experiencias del mundo real en sus experiencias personales, interpretándolas y dándoles un significado personal para planificar nuevas acciones [7].

Además, en nuestro trabajo se propone el siguiente modelo para el aprendizaje experiencial: 1) Experimentación activa: nuevas experiencias; 2) Experimentación concreta: vivencia y ejecución; 3) Conceptualización: aprendizaje de la experiencia; 4) Observación y reflexión.

El aprendizaje experiencial también ha sido descrito como el proceso de atribuir significado al compromiso activo entre el mundo interno de la persona y el entorno externo [8]. En consonancia con esta idea, se ha señalado que el aprendizaje experiencial se implementa en la educación universitaria a través de diversas metodologías, como el aprendizaje basado en problemas, por proyectos o mediante la experimentación activa de nuevas experiencias [5].

Existen una variedad de estrategias y entornos educativos que fomentan este tipo de aprendizaje. En ese sentido, la herramienta digital Wooclap puede ser utilizada eficazmente en entornos universitarios para mejorar el aprendizaje, al fomentar la participación de los estudiantes y la interacción en clase [9]. Esta plataforma interactiva nos permitirá plantear en clase a los alumnos preguntas de asociación que ellos pueden contestar con sus dispositivos, creando un entorno de aprendizaje dinámico y participativo.

Este enfoque no solo promoverá el pensamiento crítico y la aplicación práctica de los conoci-

mientos adquiridos, sino que también facilitará una evaluación inmediata de la comprensión de los estudiantes sobre temas clave en fisiología. Según datos tomados de los informes de ByteDance Ltd, en enero de 2024 TikTok contaba con más de mil doscientos millones de usuarios activos al mes, lo cual da muestras del tremendo potencial de esta red social. Por todo lo anterior, nuestro objetivo es que los alumnos trabajen nuevas estrategias de aprendizaje haciendo uso del canal de TikTok creado por nuestro departamento a tal efecto, afianzando y difundiendo el conocimiento adquirido.

2. Metodología

Crearemos un canal de divulgación científica en <https://www.tiktok.com/> para el departamento de Fisiología de la Universidad de Sevilla.

La planificación temporal del proyecto será la siguiente:

1) Explicación en clase del proyecto: Los profesores seleccionarán los mecanismos o procesos y sus posibles consecuencias o problemas asociados más relevantes de las distintas asignaturas (aunque será el estudiante quien elija el tema sobre el que quiera realizar la actividad, pudiendo proponer otros alternativos a los expuestos), y expondrán las bases y la metodología para la realización de este proyecto de innovación educativa.

El profesorado orientará al alumnado para que la selección sea acorde con el programa de la asignatura en cuestión.

2) Elaboración de resúmenes: El alumnado elaborará dos breves resúmenes de unas 100-150 palabras, que puedan ser explicados en menos de 30 segundos, uno sobre algún mecanismo o proceso y otro sobre posibles consecuencias en caso de algún problema. Las dudas que puedan surgir serán solventadas mediante tutorías con el profesorado o utilizando la bibliografía recomendada. Finalmente, los estudiantes entregaran los resúmenes al profesorado para su evaluación. Una vez los breves resúmenes estén supervisados por los profesores, estos devolverán los textos corregidos a los alumnos.

3) Con el material elaborado utilizaremos en clase la herramienta digital <https://www.wooclap.com/>, disponible e integrada en la plataforma de enseñanza virtual Blackboard Learn Ultra. Utilizando Wooclap los profesores plantearán a los alumnos una serie de preguntas de asociación en clase. En estas preguntas, se les presentará un mecanismo o proceso fisiológico específico y tendrán que asociarlo con varias posibles consecuencias o problemas que pueden resultar de su mal funcionamiento o desregulación. Entre las opciones dadas, solo una será la correcta, y los alumnos podrán contestar utilizando sus dispositivos.

4) Elaboración de vídeos: Los alumnos grabarán los vídeos correspondientes con sus ordenadores o dispositivos móviles, utilizando bien una presentación de diapositivas con voz en off o grabándose en persona. Los estudiantes entregarán los vídeos elaborados al profesorado para su supervisión.

5) Recopilación de contenidos: Se recopilarán todos los resúmenes y vídeos, los cuales serán entregados por los alumnos a los profesores haciendo uso de memorias USB portátiles. Este material se utilizará posteriormente como material docente electrónico.

6) Encuestas de opinión: Finalmente, se entregarán unas encuestas de opinión a los alumnos, las cuales rellenarán y devolverán al profesorado con el fin de conocer su experiencia en cuanto a la actividad, analizando el grado de satisfacción y los indicadores del rendimiento académico.

Se premiarán los mejores vídeos en cada grupo, en función de la puntuación otorgada por el profesorado, la cual tendrá un peso del 75 % de la calificación final del vídeo, y también de la repercusión que hayan obtenido en las redes sociales, puntuándolos en función del número de likes, comentarios, número de veces compartidos, etc., que será el 25 % de la calificación. La evaluación y el seguimiento de este proyecto se realizarán mediante el análisis de las encuestas de opinión específicas sobre la utilidad de las innovaciones. Se analizará el grado de satisfacción y los indicadores del rendimiento académico.

Se premiarán los mejores vídeos en cada grupo, en función de la puntuación otorgada por el profesorado, la cual tendrá un peso del 75 % de la calificación final del vídeo, y también de la repercusión que hayan obtenido en las redes sociales, puntuándolos en función del número de likes, comentarios, número de veces compartidos, etc., que será el 25 % de la calificación. La evaluación y el seguimiento de este proyecto se realizarán mediante el análisis de las encuestas de opinión específicas sobre la utilidad de las innovaciones. Se analizará el grado de satisfacción y los indicadores del rendimiento académico

3. Resultados esperables

Este proyecto involucra a 20 profesores, alrededor de 1300 estudiantes y varias asignaturas y titulaciones de Grado y Doble Grado en el Departamento de Fisiología de la Facultad de Farmacia (Fisiología Humana I, Fisiología Humana II, Fisiopatología, Biología Celular e Histología, Fisiología Humana, Fisiología del Sistema Visual, La Fisiología en la Promoción de la Salud). Por ello, esperamos tener la participación de un mínimo de 100 parejas de alumnos, que generarán 100 vídeos emparejados (Tabla 1).

	Potenciales	Esperados
Participantes	1300	200
Vídeos	650	100
Seguidores canal	1200	500

Tabla 1. Resultados esperados

Nuestro departamento tiene experiencia en la creación de canales virtuales, como el canal de Instagram recientemente creado, @fisiofarma_us, el cual acumula más de 1200 seguidores [10]. Por ello, esperamos poder difundir nuestro nuevo canal de TikTok y conseguir un número de seguidores similar al terminar el curso.

4. Cronograma

La planificación temporal se muestra en la Tabla 2.

Cuatrimestre	Primero					Segundo						
Mes	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	
Explicación en clase del proyecto												
Elaboración de resúmenes												
Actividad Wooclap en clase												
Elaboración de vídeos												
Recopilación de contenidos												
Difusión de contenidos												
Encuestas de opinión												

Tabla 2. Cronograma de consecución de actividades

5. Perspectivas futuras

Reconocemos el potencial de las redes sociales para llegar a una audiencia diversa y conectar con la comunidad en general. Gracias a este proyecto esperamos fortalecer el conocimiento y la divulgación científica haciendo uso efectivo de TikTok, lo cual puede llevarnos a nuevos niveles de influencia en la comunidad estudiantil, académica y en la sociedad en general, como ya hemos demostrado con el uso exitoso de Instagram en nuestro departamento.

Del contenido docente generado, esperamos generar una publicación docente y concurrir a diferentes congresos de carácter docente, nacionales

e internacionales, así como participar en concursos para premiar la innovación educativa.

También esperamos generar, además del propio canal de TikTok, un libro electrónico con el material creado, que podrá ser utilizado por los alumnos y profesores en el futuro.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el IV Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla. Apoyo a la innovación docente. Convocatoria 2024-25 (Ref.221).

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Rubio-Gil A. Espacios urbanos y TIC: transformaciones recíprocas; Telos: Cuadernos de comunicación e innovación. 2012;93:106-15.

2. Villalba-Comdori KO, Maldonado-Mahauad J, Berroa-Garate HC, Lavallo-Gonzales AK, Rodríguez-Quispe JL, Becerra-Castillo SG, Flores-Tapia JA, Arias-Chávez D. Aceptación tecnológica y adicción a las redes sociales en contextos obligatorios virtuales. Education in the Knowledge Society. 2021; 22:e25424. doi: 10.14201/eks.25424.

3. Blachnio A, Przepiorka A. Personality and positive orientation in Internet and Facebook addiction. An empirical report from Poland. Computers in Human Behavior. 2016;59(1):230-6. doi: 10.1016/j.chb.2016.02.038.

4. Tobeña V. Pensar el futuro de la escuela desde comunidades de práctica. Claves desde TikTok, en Marina Garcés y Antonio Casado da Rocha (eds.): Debate: Comunidades de práctica y el futuro de la educación ilemata, Revista Internacional de Ética Aplicada. 2020;33:221-33. doi: 10.4995/riea.2020.13029.

5. Rodríguez MA, Rubio JE. Implementación del aprendizaje experiencial en la universidad, sus beneficios en el alumnado y el rol docente. *Revista Educación*. 2020;44:2. doi: 10.15517/revedu.v44i0.40322.
6. Solé I, Coll C. Los profesores y la concepción constructivista. *El constructivismo en el aula*. Grao; 1993.
7. Kolb AY, Kolb DA. Experiential Learning Theory as a Guide for Experiential Educators in Higher Education. *Experiential Learning and Teaching in Higher Education*. 2022;1(1):38. doi: 10.48008/elt.2022.38.
8. Beard C, Wilson JP. *Experiential learning: A handbook for education, training and coaching*. Kogan Page; 2013.
9. Hutain J, Michinov N. Improving student engagement during in-person classes by using functionalities of a digital learning environment. *Computers & Education*. 2020;183:104496. doi: 10.1016/j.compedu.2022.104496.
10. Santana-Garrido A, Argüelles-Castilla S, Calonge ML, Cano M, Carrascal L, Carreras O, García-Miranda P, Mate A, Nogales F, Nunez-Abades P, Peral MJ, Vázquez-Carretero MD, Vázquez CM, Ojeda ML. Instagram como herramienta de aprendizaje en Fisiología: @fisiofarma_us. *Rev Esp Cien Farm*. 2023;4:184-92. doi: 10.33816/recf.v4.125.

Este trabajo debe ser citado como:

González-Serna A, Vázquez-Carretero MD, García-Miranda P, Cano M, Calonge ML, Nogales-Bueno F, Núñez-Abades P, Carrascal-Moreno L, Argüelles-Castilla S, Romero-Herrera I, Gallego-López MdC, Fontán-Lozano A, Mejías R, Peral MJ, Vázquez CM, Carreras O, Ojeda-Murillo ML, Mate A. Un minuTikTok de Fisiología. *Rev Esp Cien Farm*. 2024;5(1):112-117.

Originales Breves

Revisando la salud visual de nuestros mayores. Un enfoque innovador docente basado en la práctica

Taking care of elders' visual health: An innovative teaching approach based on practice

Ponce-García V*, García-Romera MC .

Departamento de Física de la Materia Condensada (Área de Óptica) – Facultad de Física, Universidad de Sevilla.

* Correspondencia: vponce@us.es

Recibido 9 de julio de 2024, aceptado 30 de julio de 2024.

Resumen: La sociedad está viviendo un cambio demográfico en la edad poblacional que conlleva una mayor prevalencia de enfermedades crónicas generales y visuales. Es de vital importancia la promoción de la salud visual en la población envejecida, es por ello que en la asignatura “Salud Visual, Prevención de la Ceguera y Baja Visión” se pretende poner en práctica lo aprendido durante las clases teóricas llevándose a cabo la resolución de casos clínicos (Aprendizaje Basado en Problemas) junto con la metodología de Aula Invertida que conferirá a los alumnos cierto grado de autonomía, ya que serán los propios estudiantes los que deberán buscar información valiosa que les permita resolverlo satisfactoriamente. Este trabajo, les servirá como paso previo para llevar a cabo la realización de un screening visual a personas que viven en residencias de ancianos y que vendrá a sustituir las prácticas tradicionales en el aula. De este modo, el alumnado estará en contacto directo con la población objeto de estudio de la asignatura. Se espera que, con este nuevo proceder, se pueda ver la asignatura desde un punto de vista más práctico, aplicando los conocimientos teóricos adquiridos a las necesidades reales de una población concreta aumentando la motivación del alumnado al cursar la asignatura y en su visión global del Grado en Óptica y Optometría.

Abstract: Society is experiencing a demographic change in terms of population age, leading to a higher prevalence of general and visual chronic diseases. Promoting visual health among the aging population is of vital importance. Therefore, in the course "Visual Health, Prevention of Blindness and Low Vision", is aimed to put into practice what has been learned during theoretical classes by solving clinical cases (Problem-Based Learning) along with the Flipped Classroom methodology. This will give students a certain degree of autonomy, as they will need to search for valuable information to resolve

these cases satisfactorily. This work will serve as a preliminary step for conducting visual screenings for residents in nursing homes, replacing traditional practices. In this way, students can fully experience the purpose of these practices, being in close contact with the population that the course addresses. It is expected that with this new approach, students will view the course from a more practical perspective, applying the theoretical knowledge acquired to the real needs of a specific population. It is hoped that students' motivation will increase while taking the course and in their overall perspective of the degree program.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas; Aula Invertida; Salud Visual; Baja Visión; Población Envejecida.

Keywords: Problem-Based Learning; Flipped Classroom; Visual Health; Low Vision; Elderly Population.

1. Introducción

A día de hoy, es un hecho que la sociedad está viviendo un cambio demográfico respecto a la edad poblacional. Según la Oficina Europea de Estadística (Eurostat) [1] la población europea está envejeciendo con una ratio mayor en personas mayores de 50 años, respecto a las que tienen menos de 20 años. Este impacto demográfico repercute en la salud general de la población, y en concreto en la salud visual de las personas, ya que es de esperar que con el envejecimiento de la población aumente el riesgo de poseer alguna enfermedad visual. Es por ello que es de vital importancia la promoción de la salud visual en este rango poblacional.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las principales enfermedades que causan discapacidad visual o baja visión son: cataratas (94 millones), errores refractivos (88,4 millones), Degeneración Macular Asociada a la Edad (DMAE) (8 millones), glaucoma (7,7 millones) y Retinopatía Diabética (3,9 millones) [2]. Esto no solo tiene un impacto económico a nivel sanitario de cada región, sino que podría ir acompañado de un fuerte impacto en la calidad de vida de las personas ya que puede contribuir a un mayor aislamiento social y frustración al no poder realizar determinadas tareas básicas, como leer o conducir un coche, que, anteriormente sí podían hacer.

La asignatura “Salud Visual, Prevención de la Ceguera y Baja Visión” se corresponde con una disciplina que se imparte con carácter obligatorio

durante el primer cuatrimestre del cuarto curso del Grado en Óptica y Optometría y quinto curso del Doble Grado en Farmacia y Óptica y Optometría de la Universidad de Sevilla, con una carga lectiva de 150 horas, que equivalen a 6 créditos ECTS [3].

Entre los objetivos más importantes que se persigue que el alumnado alcance con esta asignatura son los que se enumeran a continuación:

1. Conocer aspectos sanitarios de la profesión del Óptico-Optometrista.
2. Realzar el papel del Óptico-Optometrista en atención visual primaria.
3. Conocer las principales enfermedades que son causa de Baja visión y de ceguera en el mundo.
4. Conocer el concepto y desarrollo de Baja Visión y Rehabilitación Visual.
5. Conocer la metodología de exploración en pacientes con Baja Visión.
6. Conocer los distintos tipos de ayudas ópticas y no ópticas que existen para rehabilitar a pacientes con Baja Visión mediante el empleo de dichas ayudas visuales.
7. Determinar y recetar las diferentes ayudas ópticas y no ópticas en función de la condición visual que presente el paciente con Baja Visión.

Dentro del marco de la asignatura, se establece unas competencias específicas que el alumno debe adquirir, siendo la más importante: *“Realizar exámenes visuales con eficacia en cada una de sus fases: anamnesis, elección y realización de pruebas diagnósticas y establecimiento de pronóstico”; “Conocer qué es la Baja Visión y su corrección mediante ayudas visuales”.*

Además, no sólo se definen estas competencias específicas que el/la estudiante debe alcanzar, sino que el hecho de estudiar el Grado en Óptica y Optometría requiere de la adquisición de unas competencias generales que el egresado llevará a su vida profesional:

1. Saber aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de la Óptica-Optometría.
2. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Óptica-Optometría para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.
3. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
4. Capacidad comunicativa (capacidad de comprensión, de expresión oral y escrita en castellano e inglés, dominio del lenguaje especializado, realización de presentaciones).
5. Capacidad de búsqueda, uso e integración de información, incluyendo el conocimiento de las nuevas tecnologías de información.
6. Conocer y aplicar las técnicas de educación sanitaria y los principales problemas genéricos de salud ocular. Conocer los principios de salud y enfermedad.

7. Conocer, aplicar e interpretar las pruebas instrumentales relacionadas con los problemas de salud visual.
8. Conocer y aplicar ayudas ópticas y no ópticas para baja visión.
9. Conocer y aplicar técnicas de cribado visual aplicados a las diferentes poblaciones.
10. Capacidad para actuar como agente de atención primaria visual.

Por todo ello, el/la estudiante debe familiarizarse, por una parte, con la resolución de casos clínicos teóricos de aquellos pacientes que cursen con patologías que les provoquen Baja Visión; y por otra, con la práctica clínica real, con el objetivo de saber mejorar la calidad de vida de los pacientes. De esta manera, el alumnado aumentará la seguridad en sí mismo al hacer frente a estas situaciones en su próximo futuro laboral.

Por este motivo, el principal objetivo de este proyecto de innovación docente consiste en poner en práctica lo aprendido en el temario de la asignatura realizando screening visuales a la población envejecida que residen en residencias de ancianos, con el propósito de revisar su función visual y comprobar si padecen alguna disfunción refractiva o patología ocular (DMAE, glaucoma o retinopatía) que hagan que necesiten algún tipo de ayuda visual (gafa, ayuda óptica) para poder hacer frente a la disfunción o enfermedad que puedan presentar. Como objetivo específico, en caso de que alguna persona padezca Baja Visión, el/la estudiante le deberá:

1. Recomendar el tipo de ayuda óptica y/o no óptica necesaria.
2. Calcular los aumentos que necesita en función de sus necesidades.
3. Analizar qué medicamento toma para conocer si interfiere en la visión del paciente como efecto secundario.

2. Metodología

2.1. Enfoque teórico-práctico como paso previo

Para que el/la estudiante consiga una mejor comprensión de los contenidos impartidos durante la asignatura y pueda vislumbrar un enfoque práctico del mismo, se propone trabajar la resolución de casos clínicos durante todo el cuatrimestre, que serán parecidos a los que se tendrá que enfrentar posteriormente durante las prácticas de campo, aumentando el grado de dificultad a medida que se avanza en el temario y en la realización de los diferentes casos clínicos que se le propongan. La manera de realizar este enfoque teórico práctico se llevará a cabo mediante dos métodos:

1. Aprendizaje Basado en Problemas [4]: A la finalización del temario de la asignatura, se dividirán a los alumnos en grupos de 7-8 estudiantes y se les facilitará un caso clínico para cada grupo que deberán de resolver durante la clase y luego realizar un breve escrito donde analicen qué le ocurre al paciente y qué ayudas ópticas y/o no ópticas les prescribiría en función de la patología que presenta. De esta manera, comenzarán a familiarizarse con la resolución de un problema de salud visual que representará un desafío.
2. Método de Aula Invertida [5]: En este caso, el alumnado será el que desarrolle y resuelva el caso clínico propuesto de manera autónoma, confiriéndole alto grado de implicación y responsabilidad para poder re-

alizar con éxito dicho caso clínico, que les servirá como paso previo a la realización de la práctica de campo de la asignatura. Para la realización del caso clínico tendrán a disposición los PowerPoint con el temario, pudiendo consultar diversa bibliografía extra en bases de datos. Así mismo, tendrá acceso a toda la información relacionada con los mecanismos de acción de los diversos medicamentos que puedan tener un efecto secundario en la visión, consultando la ficha técnica de los medicamentos a través de la Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios (AEMPS). De esta manera, el alumnado podrá familiarizarse con la consulta de la ficha técnica de un medicamento en concreto para verificar si el/los medicamento(s) que la persona toma, puede afectarle o no a la visión.

La manera en la que se verificará que el alumno realmente ha trabajado los contenidos es a través de la entrega en formato escrito de la resolución del caso clínico al profesor de la asignatura; posteriormente cada grupo deberá exponer ante la clase en un tiempo de no más de 10 minutos el caso clínico en cuestión. Las preguntas claves que deberán contestar con la realización de este trabajo son las que se exponen en la Tabla 1. Además, para la resolución de los casos clínicos se ha realizado un mapa de contenidos que les servirá de apoyo al alumnado como guía para la resolución de los casos clínicos que se proponen, así como para el futuro desarrollo del screening visual (Figura 1).

Tabla 1. Preguntas claves que deberán contestar durante la realización del caso clínico propuesto

1. En base a los síntomas y signos presentados: ¿Qué patología o disfunción presenta el/la paciente?
2. En caso de que tome medicamentos: ¿podría interferir en la visión del/la paciente?
3. ¿Qué tratamiento(s) le prescribirías al paciente en función de sus necesidades?
4. ¿Es un paciente con Baja Visión o únicamente necesita cirugía/ayuda oftálmica?
5. En caso de tener Baja Visión: ¿qué tipo de ayudas ópticas y no ópticas prescribirías?

2.2. Realización del screening visual

Tras llevar a cabo en clase la resolución de casos clínicos que prepararán al estudiante a ganar confianza y conocimientos para poner en práctica durante la realización del screening visual a la población alojada en residencias de ancianos, se

organizará la visita a dichos lugares para realizar las medidas de la función visual a los mismos. Por tanto, la realización de estas prácticas de campo viene a sustituir a las prácticas tradicionales que se realizan en los gabinetes de óptica situadas en la Facultad de Farmacia, que tendrán una du-

ración de 15 semanas del cuatrimestre con el objetivo de que el alumnado pueda experimentar en su totalidad el sentido de estas prácticas, pudiendo estar en estrecho contacto con la población en cuestión sobre la que versa la asignatura. De este modo, también se liberaría espacio de los gabinetes, pudiendo facilitar la organización en cuanto a las prácticas de otras asignaturas o, la posibilidad de dar más espacio y peso a la inves-

tigación o realización de Trabajos de Fin de Grado experimentales.

En primer lugar, se contactará con las residencias de ancianos próximas a la Facultad de Farmacia (lugar donde se aloja el Grado en Óptica y Optometría) con el objetivo de facilitar el transporte del alumnado y del material a usar a las instalaciones.

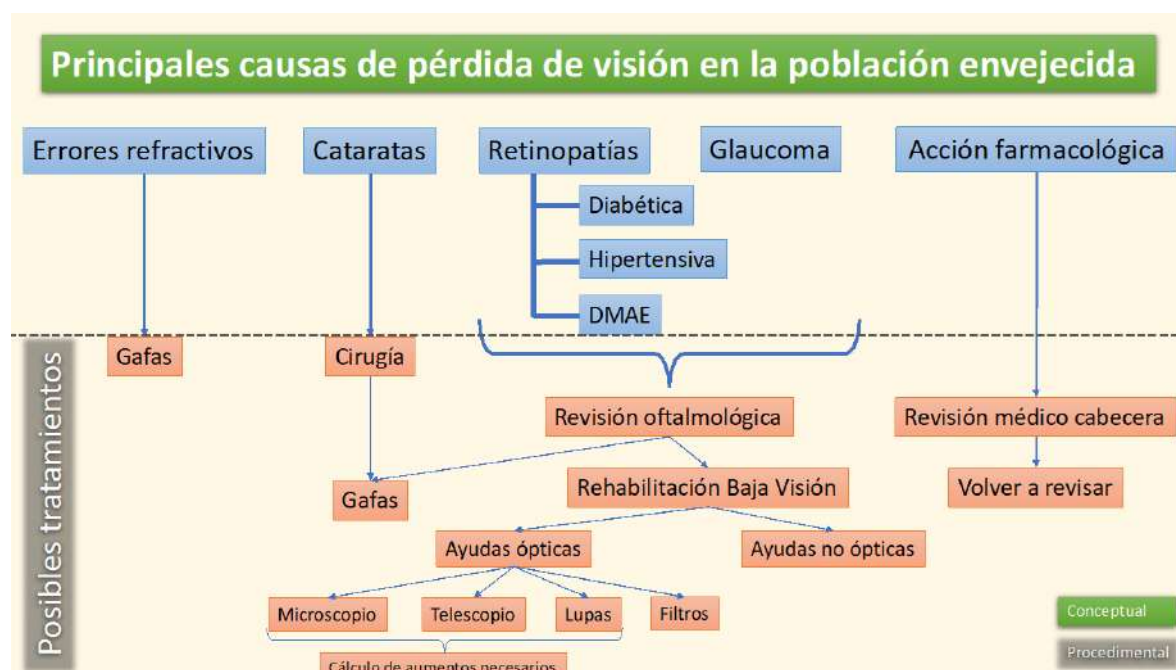


Figura 1. Mapa de contenidos donde se exponen las principales causas de pérdida de visión en la población envejecida y sus posibles tratamientos, como método de guía o apoyo para la realización del caso clínico y/o las prácticas de campo.

El objetivo de este contacto es de crear lazos entre diversas residencias de ancianos y la Universidad de Sevilla para que pueda llevarse a cabo dichas prácticas. Posteriormente, se solicitará el visto bueno del coordinador de la asignatura, coordinadora del Grado y del Decanato de la Facultad de Farmacia para poder llevar a cabo este proyecto. Finalmente, se contactará con la dirección del centro de mayores y se les informará sobre la naturaleza del screening visual que será realizado por los estudiantes de cuarto curso del Grado en Óptica y Optometría y quinto curso del Doble Grado en Farmacia y Óptica y Optometría, y se obtenga por parte de los residentes participantes el consentimiento de querer ser partícipes de la revisión visual, así como de conocer su historial médico y los tratamientos que toma, se procederá a organizar los días en los que el alumnado asistirá a las residencias.

La organización de los grupos de prácticas que asistirán a las residencias de ancianos se llevará a cabo en función del número de alumnos y alumnas que haya. En estos casos, lo ideal sería que cada grupo estuviese conformado por 10 alumnos, que trabajarían en parejas, revisando al mayor número de personas que se pueda en una tarde, a lo largo del cuatrimestre, estableciéndose el horario de 16:00 a 20:00 a lo largo del primer cuatrimestre. La batería de pruebas sobre la que versará dicho screening visual junto con el material necesario para llevarlo a cabo, se describe en la Tabla 2. Será necesario contar con la aprobación de la Facultad de Farmacia para poder sacar dicho material fuera de las instalaciones del mismo.

Tabla 2. Batería de pruebas a realizar durante el screening visual junto con el material necesario.

Pruebas a realizar	Material necesario
Agudeza visual (Con corrección o sin corrección)	Test ETDRS
Refracción objetiva con retinoscopia y autorrefractómetro	Retinoscopio Welch-Allyn
Valoración del impacto de la acción farmacológica sobre la visión	Historial médico y consulta AEMPS
Valoración de opacidad de medios y estado retiniano	Oftalmoscopio Welch-Allyn

3. Resultados esperables

Los resultados que se esperan conseguir al implantar este proyecto de innovación docente es que el/la estudiante adquiera cierto grado de autonomía y sea capaz de tomar decisiones por sí mismo cuando se enfrente a un paciente mayor con ciertas características, discerniendo sobre qué es lo normal y lo patológico, tomando una decisión clínica firme sobre qué tratamiento optométrico sería el adecuado en base a lo encontrado tras la posterior exploración optométrica.

Las competencias que se esperan alcanzar realizando esta forma de adquisición de conocimientos les permitirá al alumnado, por una parte: conocer la realidad de la figura del óptico-optometrista y su papel como sanitario en atención primaria, así como conocer qué implicaciones tiene el hecho de que una persona de edad avanzada posea una determinada patología y/o cómo puede influir esta condición en su vida cotidiana; y por último, recomendar el mejor tratamiento que le puede ofrecer a su paciente así como la ayuda psicológica que pudiera proporcionarle gracias a la resolución del problema visual que presente, mejorando así la autonomía de su paciente al desempeñar tareas que, quizás antes no pudiese por su condición visual.

Además, se espera que el alumnado ponga en práctica lo aprendido durante las clases teóricas y las resoluciones de los casos clínicos para que pueda: discernir entre aquellas personas que posean Baja Visión de las que no; detectar cuando

existe un problema de interferencia farmacológica con la función visual; explicarles cuál es su condición y cómo podría solucionar dicho problema; y, en caso de que tenga Baja Visión, recomendarle qué tipo de ayuda óptica podría beneficiarse dicha persona, así como calcular los aumentos que sean necesarios para que pueda usar la ayuda recomendada previamente.

El alumnado estará acompañado, asesorado y respaldado en todo momento por un profesor de la asignatura. Dicho profesor será responsable de revisar las fichas de los pacientes para que pueda recomendarles o no la revisión por un oftalmólogo, médico de cabecera o por un optometrista especializado en Baja Visión para poder proporcionarles las ayudas ópticas y no ópticas prescritas por el/la estudiante (bajo la posterior supervisión del Óptico-Optometrista cualificado).

Al acabar las prácticas, como método de calificación se les propondrá la realización de forma redactada de un caso clínico que más le haya impactado o llamado la atención, describiendo todo el proceso que han realizado durante la exploración de su paciente. Además, se les proporcionará un cuestionario para valorar el grado de satisfacción con este nuevo método implementado (Tabla 3). Se espera que con este nuevo método puedan ver la asignatura desde un punto de vista más práctico donde puedan poner en práctica todo el proceso aprendido y pueda aumentar su motivación para obtener las competencias que deben adquirir al cursar esta asignatura.

Tabla 2. Batería de pruebas a realizar durante el screening visual junto con el material necesario.

1. Esta nueva metodología me ha parecido innovadora
2. He alcanzado de manera satisfactoria los objetivos, así como los conocimientos necesarios de la asignatura
3. Esta metodología puede servirme para poder enfrentarme con más seguridad y eficacia a cualquier paciente de dichas características en mi próximo futuro laboral
4. En general, estoy satisfecho con la actividad
5. Alguna sugerencia o mejora

4. Cronograma

La asignatura “Salud Visual, Prevención de la Ceguera y Baja Visión” tiene lugar durante el primer cuatrimestre del cuarto curso del Grado en Óptica y Optometría y vendrá a sustituir a las prácticas tradicionales que tienen lugar en los Gabinetes de Óptica de la Facultad de Farmacia, por lo que tendrán una duración de 15 semanas que dura el cuatrimestre. Es por eso que se llevará a cabo una exploración visual completa a todos los residentes de los centros que se establezca convenio con la Universidad de Sevilla en ese período de tiempo.

La primera práctica se realizará en los Gabinetes de Óptica de la Facultad de Farmacia donde se le explicará al alumnado qué se pretende llevar a cabo con la realización del screening visual, repasar conceptos acerca de la metodología de exploración de estos pacientes, y establecer contactos con las diferentes opciones de ayudas ópticas y no ópticas que tienen a su disposición para ofrecer a los pacientes que consideren que puedan beneficiarse con este tipo de ayudas.

Las prácticas posteriores serán llevadas a cabo en los centros concertados y se realizarán hasta final del cuatrimestre, donde se pondrá final a las prácticas de campo de la asignatura junto con la entrega del caso clínico que consideren oportuno como método de evaluación de las prácticas de la asignatura.

5. Perspectivas futuras

La inclusión de este tipo de metodología puede resultar interesante ya que no sólo sirve para pro-

mover la salud visual dentro de la población y que la sociedad pueda conocer la relevancia de la figura del Óptico-Optometrista en la atención primaria, sino que al alumnado le pueda servir para enfrentarse en su posterior futuro laboral, evitando que les deje cierto desconocimiento e inseguridades al tener que tratar con este tipo de población en su futuro.

El trabajo previo de resolución de casos clínicos en equipos mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas, junto con el método de Aula Invertida les pondrán a prueba, intentando resolver problemas que pueden enfrentarse en el futuro con cierto grado de autonomía y confianza ya que deben resolver el problema con el apoyo de bibliografía, investigando por su propio pie; además de poder trabajar en equipos, que les conferirá cierta capacidad de liderazgo a cada uno de los/las estudiantes.

Por este motivo, en caso favorable de este proyecto, podría ser interesante implementar este tipo de metodologías a otras asignaturas para que el estudiante no sólo conozca la vertiente teórica, sino que también puedan obtener un enfoque más práctico que les pueda servir de utilidad para su futuro laboral, evitando así las prácticas tradicionales que se realizan entre los propios estudiantes.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el IV Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias bibliográficas

1. Eurostat (Statistical Office of the European Union). EU's population projected to drop by 6% by 2100. [Consultado 22 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230330-1#email>.
2. World Health Organization. Blindness and vision impairment. [Consultado 22 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>.

3. Universidad de Sevilla. Programa de la asignatura Salud Visual, Prevención de la Ceguera y Baja Visión. Versión 10. [Consultado 23 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://sevius4.us.es/index.php?PyP=LISTA&codcentro=19&titulacion=223&asignatura=2230043>.
4. Morales-Bueno P, Landa-Fitzgerald V. Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*. 2004;13:145-57.
5. Flipped Learning Network (FLN). The Four Pillars of F-L-I-P™. (2014). [Consultado 27 de mayo de 2024]. Disponible en: www.flippedlearning.org/definition.
6. Fathifar Z, Kalankesh LR, Ostadrahimi A, Ferdousi R. New approaches in developing medicinal herbs databases. *Database (Oxford)*. 2023;2023:baac110. doi:10.1093/database/baac110.

Este trabajo debe ser citado como:

Ponce-García V, García-Romera MC. Revisando la salud visual de nuestros mayores. Un enfoque innovador docente basado en la práctica. *Rev Esp Cien Farm*. 2024;5(1):118-125.

Originales Breves

Experiencia de Innovación Docente en el módulo de Toxicología de la asignatura Laboratorio de Farmacia

Teaching Innovation Experience in the Toxicology Module of the Pharmacy Laboratory Course

Casas-Rodríguez A^{1*}, Guzmán-Guillén R¹

¹ Área de Toxicología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla.

* Correspondencia: acasasr@us.es

Recibido 4 de julio de 2024, aceptado 20 de julio de 2024.

Resumen: El trabajo que se presenta se trata de una experiencia de innovación docente en el módulo de Toxicología de la asignatura de Laboratorio de Farmacia que se imparte tanto en el Grado en Farmacia como en el Doble Grado en Farmacia y Óptica y Optometría. Para ello, se ha implementado una metodología docente en la que se buscaba que los estudiantes fuesen el centro del proceso educativo, tomando el docente un papel principalmente de apoyo durante el proceso de aprendizaje, intentando también promover la participación del alumnado en clase. Además, se ha implementado la gamificación para tratar de reforzar los contenidos impartidos durante las prácticas de una manera amena y más atractiva para el estudiante. Los resultados obtenidos, tras la evaluación de los cuestionarios iniciales y finales muestran cómo la mayoría de los alumnos progresa en todas las preguntas propuestas. Por lo que, en base a estos resultados, se ha podido comprobar la utilidad de esta metodología, lo que pone de manifiesto que la docencia es un campo en continuo crecimiento en el que es necesario mejorar e innovar.

Abstract: The work presented here is a teaching innovation experience in the Toxicology module of the Pharmacy Laboratory subject taught both in the Degree in Pharmacy and in the Double Degree in Pharmacy and Optics and Optometry. To this end, a teaching methodology has been implemented in which the aim was for the students to be the center of the educational process, with the teacher playing a mainly supportive role during the learning process, while also trying to promote student participation in class. In addition, gamification has been implemented to try to reinforce the contents taught during the internship in an enjoyable and more attractive way for the student. The results obtained after the evaluation of the initial and final questionnaires show that most of the students made

progress in all the questions asked. Therefore, based on these results, the usefulness of this methodology has been proven, which shows that teaching is a field in continuous growth in which it is necessary to improve and innovate.

Palabras clave: Toxicología, Laboratorio de Farmacia, Grado en Farmacia, Innovación Docente.

Keywords: Toxicology, Pharmacy Laboratory, Pharmacy Degree, Teaching Innovation.

1. Introducción

Un Ciclo de Mejora en el Aula (CIMA), es una metodología innovadora que transforma la enseñanza en un proceso dinámico y de crecimiento continuo. Los CIMA se caracterizan por ser estructurados y sistemáticos, guiando a los docentes en un viaje de reflexión y acción para optimizar su práctica docente y, por ende, el aprendizaje de sus estudiantes. A diferencia de enfoques tradicionales, los CIMA parten de la premisa de que los docentes son profesionales en constante evolución. La clave reside en la reflexión crítica sobre su práctica, identificando áreas de mejora y poniendo en marcha estrategias para alcanzarlas. Este proceso de mejora continua se convierte en el pilar fundamental del desarrollo profesional docente, impulsando una enseñanza de mayor calidad y un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes [1].

El CIMA presentado en este trabajo ha sido implementado en el módulo de toxicología de la asignatura Laboratorio de Farmacia. Esta asignatura se encuentra enmarcada en el 4º curso del Grado en Farmacia y en el 5º curso del Doble Grado en Farmacia y Óptica y Optometría de la Universidad de Sevilla. Se trata de una asignatura de carácter práctico que se compone de varios módulos pertenecientes a diferentes áreas. El módulo de toxicología se imparte durante el segundo cuatrimestre y los alumnos se encuentran divididos en grupos de 24 estudiantes. El módulo transcurre en un entorno de laboratorio, lo que facilita la interacción entre el alumnado y el profesorado. La duración del CIMA se ajusta a la duración de la que dispone el área para impartir el módulo, en este caso 6 horas repartidas en dos sesiones de 3 horas.

El módulo se enfoca en dos objetivos principales, por un lado, el conocimiento de los mecanismos de defensa

del organismo en respuesta al estrés oxidativo y, por otro lado, analizar el papel protector de sustancias antioxidantes presentes en la dieta (como vitamina C y β -caroteno) frente al daño oxidativo producido por diclofenaco en hígado de ratas expuestas al mismo por vía intraperitoneal. El CIMA tuvo como objetivo convertir a sus estudiantes en protagonistas del aprendizaje en el laboratorio. Para ello, se diseñó un programa donde el alumnado era el centro del proceso, tomando las riendas de los experimentos e interpretando sus resultados. El docente, por su parte, asumía un rol de guía y apoyo, facilitando el camino de los estudiantes y fomentando su participación en clase. De esta manera, el CIMA buscaba no solo dotar a los alumnos de habilidades prácticas en el laboratorio, sino también desarrollar su capacidad de análisis e interpretación.

2. Material y métodos

2.1. Contexto de aplicación

El proyecto de innovación docente se llevó a cabo en el módulo de Toxicología de la asignatura de Laboratorio de Farmacia durante el curso 2023-2024. El grupo estaba formado por 16 alumnos (8 parejas) y se aplicó en dos sesiones de 3 horas cada una.

2.2. Cuestionarios inicial y final

Como método de evaluación se implementó el uso de cuestionarios (ambos con las mismas preguntas): uno al inicio de las prácticas, que permiten al docente conocer las ideas previas de los alumnos, y otro a su finalización, para hacer una evaluación de la adquisición de los conocimientos tras la realización de las prácticas, mediante la comparación de los dos cuestionarios.

El cuestionario consta de una breve introducción, que actuará como contexto, y de tres preguntas de desarrollo. El cuestionario empleado fue el siguiente:

“Vuestro amigo Benito ha estado tomando diclofenaco debido a que estaba enfermo. Ha ido a realizarse unos análisis sanguíneos en los que han detectado un aumento de las especies reactivas de oxígeno (ERO). Benito os pide ayuda para interpretar ese aumento ya que no sabe bien qué puede ser.

1. ¿Qué efectos crees puede tener un aumento de ERO?
2. ¿Crees que el organismo puede contrarrestar el aumento en los niveles de ERO? ¿Cómo?

3. ¿Qué otros parámetros aparte de las ERO se podrían medir para conocer el estrés oxidativo del organismo?”

Para evaluar las respuestas aportadas por cada alumno, se establecieron 4 niveles que se detallan en la sección de Resultados.

2.3. Secuencia de actividades

Todas las sesiones comparten una estructura metodológica común, diseñada inicialmente para sesiones de 3 horas. La Tabla 1 desglosa la secuencia de actividades aplicada en cada sesión.

Tabla 1. Secuencia de actividades aplicada).

Actividad	Tiempo (min)	Descripción
Cuestionario inicial	15	Breve presentación del módulo de prácticas y realización del cuestionario inicial
Planteamiento del problema	10	Presentación del contexto en el que se desarrollarán las dos sesiones.
Realización de la práctica	120	En esta parte se llevará a cabo la realización de la práctica. A la vez que van realizando el procedimiento experimental, deberán dar respuesta a las preguntas englobadas en el problema 1/2.
Actividad de contraste	15	Puesta en común de las respuestas dadas por cada pareja de prácticas a las preguntas planteadas en el problema 1/2 y debate.
Gamificación	10	Realización de un Quizlet que sirve de repaso de los contenidos impartidos en la sesión.
Conclusión	10	Puesta en común de los resultados obtenidos en la parte metodológica. En la sesión 2 también se realizará el cuestionario final

2.4. Gamificación

Como parte de la innovación docente se utilizó la aplicación Quizlet con el fin de gamificar los contenidos impartidos. Esta aplicación te permite realizar cuestiones que los alumnos pueden responder con sus móviles, haciendo la actividad más llamativa y amena.

En este sentido, se realizó un quizlet al final de cada sesión. El contenido de estos cuestionarios se ajustaba a lo impartido cada día. El primer día estuvo centrado en preguntas de corte teórico, mientras que el segundo día se centró en la interpretación de resultados.

3. Resultados y discusión

Las sensaciones tras la aplicación de esta nueva metodología fueron buenas, ya que se observó una mayor participación del alumnado respecto a otros grupos. Tras la realización de los cuestionarios, se procedió a su evaluación. Para ello, se empleó la comparativa entre los resultados del cuestionario inicial y final. Para la evaluación de los cuestionarios se utilizaron las escaleras de aprendizaje [2]. En este sentido, cada una de las preguntas se dividió en 4 niveles diferentes, establecidos en función de la respuestas esperada. En las Figuras 1, 2 y 3 se muestran las escaleras

de aprendizaje obtenidas para cada una de las preguntas. En estas escaleras se muestra el porcentaje de alumnos que se encontraba en cada nivel tanto en el cuestionario inicial (I) como en el cuestionario final (F). Cabe destacar que en las 3 preguntas, el porcentaje de alumnos en el nivel más avanzado (4) crece tras el cuestionario final, lo que se puede traducir como una valoración positiva del proceso de aprendizaje. Además, en la Tabla 2 se presenta un seguimiento individual de cada alumno, indicando con un sistema de flechas el número de escalones que cada estudiante avanza o retrocede tras la realización de los cuestionarios. Esto permite conocer la evolución de los estudiantes, poniendo de manifiesto si la metodología aplicada ha resultado satisfactoria o, si por el contrario, hay que reforzar algún contenido.

En un futuro sería interesante implementar modalidades de aprendizaje que pudiesen minimizar el tiempo empleado en la parte teórica para poder dedicar más tiempo de las sesiones a la parte práctica. En ese sentido, sería interesante un aprendizaje mixto como el aula invertida, en el que los alumnos fuera del aula pueden reforzar el conocimiento teórico a través de material didáctico facilitado y guiado por el profesor [3]. De esta manera, los alumnos pueden trabajar en casa los conceptos teóricos que podrían ser reforzados con debates o resolución de dudas en clase y de esa forma emplear más tiempo a trabajar en la parte práctica dada la naturaleza de la asignatura.

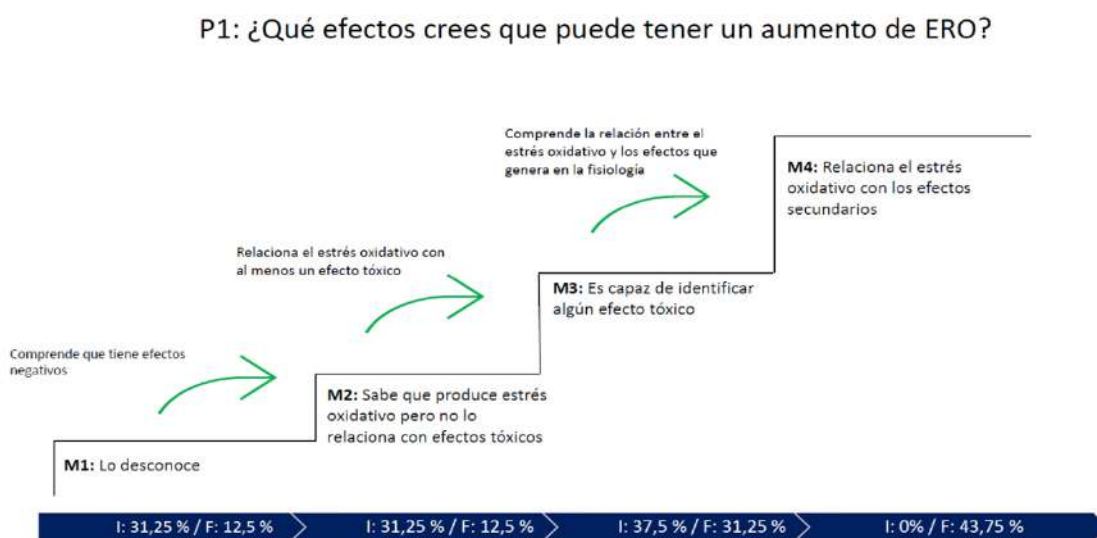


Figura 1. Escalera de aprendizaje de la pregunta: ¿Qué efecto crees que puede tener este aumento de ERO?

La implementación de esta metodología ha mostrado ser beneficiosa para la adquisición de los conocimientos del módulo de Toxicología de la asignatura Laboratorio de Farmacia. Se podría destacar el uso de problemas que sirven de contexto a la práctica y que permite el trabajo autónomo de los estudiantes, así como la captación de su atención. Además, el uso de las actividades de contraste fomentó la participación del alumnado.

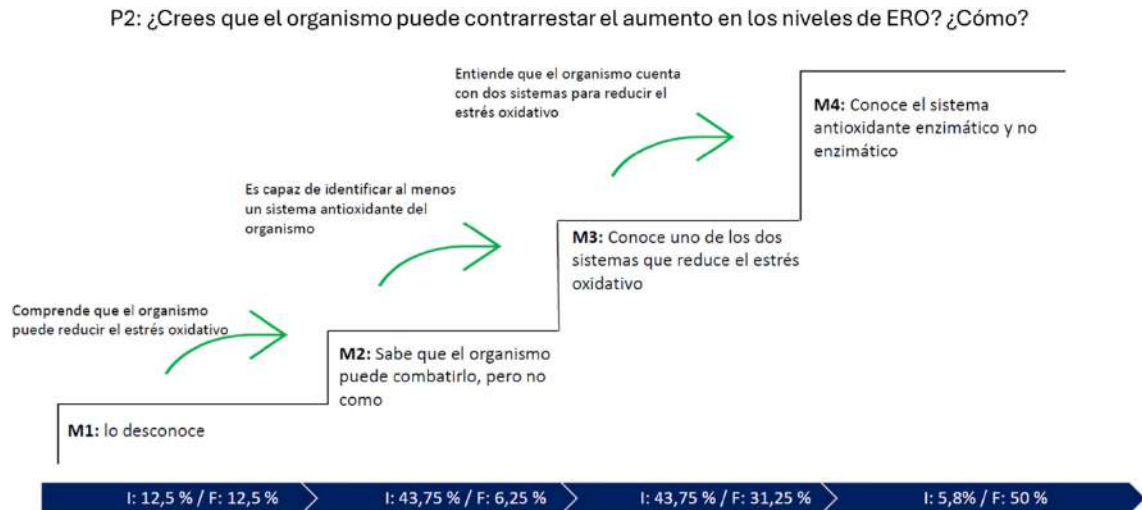


Figura 2. Escalera de aprendizaje de la pregunta: ¿Crees que el organismo puede contrarrestar el aumento de los niveles de ERO? ¿Cómo?

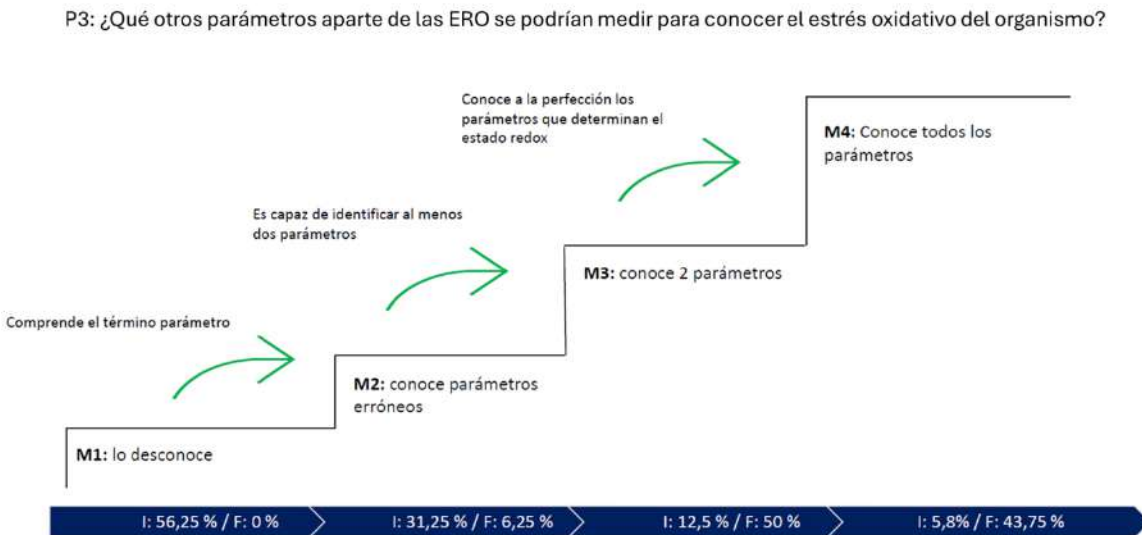


Figura 3. Escalera de aprendizaje de la pregunta: ¿Qué otros parámetros aparte de las ERO se podrían medir para conocer el estrés oxidativo del organismo?

Tabla 2. Comparativa individual del nivel en el que se encontraban los estudiantes en el cuestionario inicial y final. Las flechas indican si el alumno desciende, se mantiene o aumenta el número de escalones en el cuestionario final con respecto al cuestionario inicial.

	PREGUNTA 1			PREGUNTA 2			PREGUNTA 3		
	Inicial	Final	P	Inicial	Final	P	Inicial	Final	P
Alumno 1	1	2	↑	1	3	↑↑	1	3	↑↑
Alumno 2	3	4	↑	3	4	↑	2	3	↑
Alumno 3	2	4	↑↑	2	4	↑↑	1	2	↑
Alumno 4	3	3	→	3	4	↑	1	3	↑↑
Alumno 5	3	3	→	3	4	↑	1	4	↑↑↑
Alumno 6	3	4	↑	2	3	↑	1	4	↑↑↑

Alumno 7	3	4	↑	3	4	↑	2	4	↑↑
Alumno 8	2	4	↑↑	3	4	↑	3	3	→
Alumno 9	3	4	↑	2	4	↑↑	2	3	↑
Alumno 10	1	3	↑↑	2	1	↓	2	3	↑
Alumno 11	1	1	→	2	1	↓	3	3	→
Alumno 12	1	1	→	3	3	→	2	3	↑
Alumno 13	1	3	↑↑	1	3	↑↑	1	4	↑↑↑
Alumno 14	2	2	→	2	3	↑	1	4	↑↑↑
Alumno 15	2	3	↑	2	2	→	1	4	↑↑↑
Alumno 16	2	4	↑↑	3	4	↑	1	4	↑↑↑

5. Conclusiones

Se ha aplicado un ciclo de mejora en el aula para el módulo de Toxicología de la asignatura Laboratorio de Farmacia del Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla. Según los resultados obtenidos, se puede afirmar que la aplicación de nuevas metodologías de innovación docente (actividades de contraste, gamificación, etc.) constituyen una herramienta motivadora que estimula la exploración y puede resultar útil para mejorar la adquisición de conceptos y consolidar los conocimientos impartidos en una asignatura.

Agradecimientos

Los autores agradecen al programa RADIF de la Facultad de Farmacia por la formación recibida y por la organización de las II Jornadas de Innovación Docente de la Facultad de Farmacia. Antonio Casas Rodríguez agradece al Ministerio de Ciencia e Innovación por la concesión de la beca predoctoral PRE2020-094412.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Bain K. Lo que hacen los mejores profesores universitarios. 2ª ed. Valencia: Universitat de València; 2007. 232 p.

2. Porlán R. Enseñanza Universitaria. Como mejorarla. 4ª ed. Madrid: Morata; 2017. 204 p.

3. Brookfield S, Preskill S. Discussion as a Way of Teaching: Tools and Techniques for Democratic Classrooms. 2º Ed. Hoboken: Joosey-Bass; 2005. 336 p.

Este trabajo debe ser citado como:

Casas-Rodríguez A, Guzmán-Guillén R. Experiencia de Innovación Docente en el módulo de Toxicología de la asignatura Laboratorio de Farmacia. Rev Esp Cien Farm. 2024;5(1):126-131.

Originales Breves

Uso del aula invertida y la gamificación como herramientas para la mejora docente en la asignatura Toxicología Forense

Use of flipped classroom and gamification as tools for teaching improvement in the subject Forensic Toxicology

Plata-Calzado C*, Díez-Quijada L

Área de Toxicología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla.

* Correspondencia: cpcalzado@us.es

Recibido 8 de julio de 2024, aceptado 27 de julio de 2024.

Resumen: Policía Científica y Toxicología Forense es una asignatura obligatoria que se imparte en el tercer curso del Grado en Criminología de la Universidad de Sevilla. Los contenidos que se imparten en el módulo de Toxicología Forense se centran en el aprendizaje de los mecanismos de acción, los efectos tóxicos, los síntomas y los tratamientos de las sustancias de interés forense más comunes, así como las principales vías de exposición y los procedimientos para su determinación analítica en muestras biológicas. El objetivo de este proyecto es emplear una metodología de enseñanza basada en el aula invertida y la gamificación como herramientas para el estudio de las intoxicaciones, centrándonos en aquellas intoxicaciones producidas por metales y no metales. De esta forma, se pretende que los estudiantes alcancen un aprendizaje significativo de los contenidos, aumentando también la motivación e incentivando la participación del alumnado en el aula. Los resultados que se obtengan en este proyecto permitirán la adaptación de la metodología a cursos posteriores, así como la aplicación en otros bloques temáticos de la asignatura.

Abstract: Scientific Police and Forensic Toxicology is a compulsory subject in the third year of the Degree in Criminology at the University of Seville. The contents taught in the Forensic Toxicology module focus on learning the mechanisms of action, toxic effects, symptoms, and treatments of the most common substances of forensic interest, as well as the main routes of exposure and the procedures for their analytical determination in biological samples. The objective of this project is to use a learning methodology based on the inverted classroom and gamification as tools for the study of intoxications, focusing on poisoning caused by metals and non-metals. In this way, it is intended that students

achieve significant learning of the contents, also increasing the motivation and encouraging the participation of students in the classroom. The results obtained in this project will allow the adaptation of the methodology to subsequent courses, as well as the application in more thematic blocks of the subject.

Palabras clave: Toxicología, Grado en Criminología, Docencia Universitaria, Innovación Docente.

Keywords: Toxicology, Degree in Criminology, University Teaching, Teaching Innovation.

1. Introducción

El uso de metodologías didácticas innovadoras en la Educación Superior es esencial para obtener una mejora en el proceso de enseñanza y aprendizaje, además de aumentar la motivación de los estudiantes en el aula [1]. Así, la integración en el aula de metodologías como el aula invertida y la gamificación no solo transforman la dinámica tradicional de las sesiones, sino que también fomentan un aprendizaje más activo y personalizado.

El aula invertida o flipped classroom es un modelo de enseñanza basado en trasladar parcial o totalmente el contenido teórico fuera del aula, de forma que el docente toma un rol secundario en el proceso de aprendizaje guiando a los estudiantes. Son varios los beneficios atribuidos a esta metodología, tales como un aumento de la motivación del alumnado, un mayor desarrollo del pensamiento crítico o una mejora en los resultados académicos, entre otros [1,2]. Por otro lado, la gamificación se basa en el uso de determinados elementos de los juegos (puntuación, recompensas, rankings, etc.) en el ámbito de la educación con el fin de fomentar aspectos como el esfuerzo y la motivación [3].

En este proyecto se propone el uso de estas metodologías docentes para abordar un bloque temático de la asignatura Policía Científica y Toxicología Forense, una asignatura obligatoria de 3º curso del plan de estudios del Grado en Criminología de la Universidad de Sevilla, la cual está dividida en dos módulos impartidos por áreas de conocimiento diferentes. Así, Policía Científica es impartida por el área de Medicina Legal, mientras que Toxicología Forense, en la que se plantea esta propuesta metodológica, es impartida por el área de Toxicología. Entre los diferentes contenidos que se imparten en este mó-

dulo se encuentran el aprendizaje de los mecanismos de acción de los tóxicos de interés forense más frecuentes, sus efectos, síntomas y sus tratamientos, así como las principales vías de exposición y los procedimientos para su determinación analítica en muestras biológicas. En general, los estudiantes presentan dificultades para el aprendizaje de los contenidos establecidos en este módulo, debido a que muchos de ellos no presentan una base sólida en química. Es por ello, que el uso del aula invertida puede ser una herramienta útil para el aprendizaje autónomo de los conceptos más relacionados con la química, fomentando así la autorregulación del aprendizaje de los estudiantes [4].

Por todo ello, el objetivo del presente trabajo es proponer una mejora docente en uno de los bloques temáticos de esta asignatura. En concreto, se presenta el diseño del bloque temático “intoxicaciones por metales y no metales” mediante el uso de las metodologías de enseñanza y aprendizaje del aula invertida y la gamificación.

2. Metodología

2.1 Mapa de contenidos

Se ha elaborado un mapa de contenidos (Figura 1) del bloque temático “intoxicaciones por metales y no metales” que proporciona una visión clara y organizada de los contenidos que se van a impartir [5]. Los mapas de contenidos permiten establecer conexiones entre los contenidos y destacar los conceptos clave que deben aprenderse. Además, esta herramienta facilita la planificación de las actividades que se trabajarán en el aula y la evaluación.

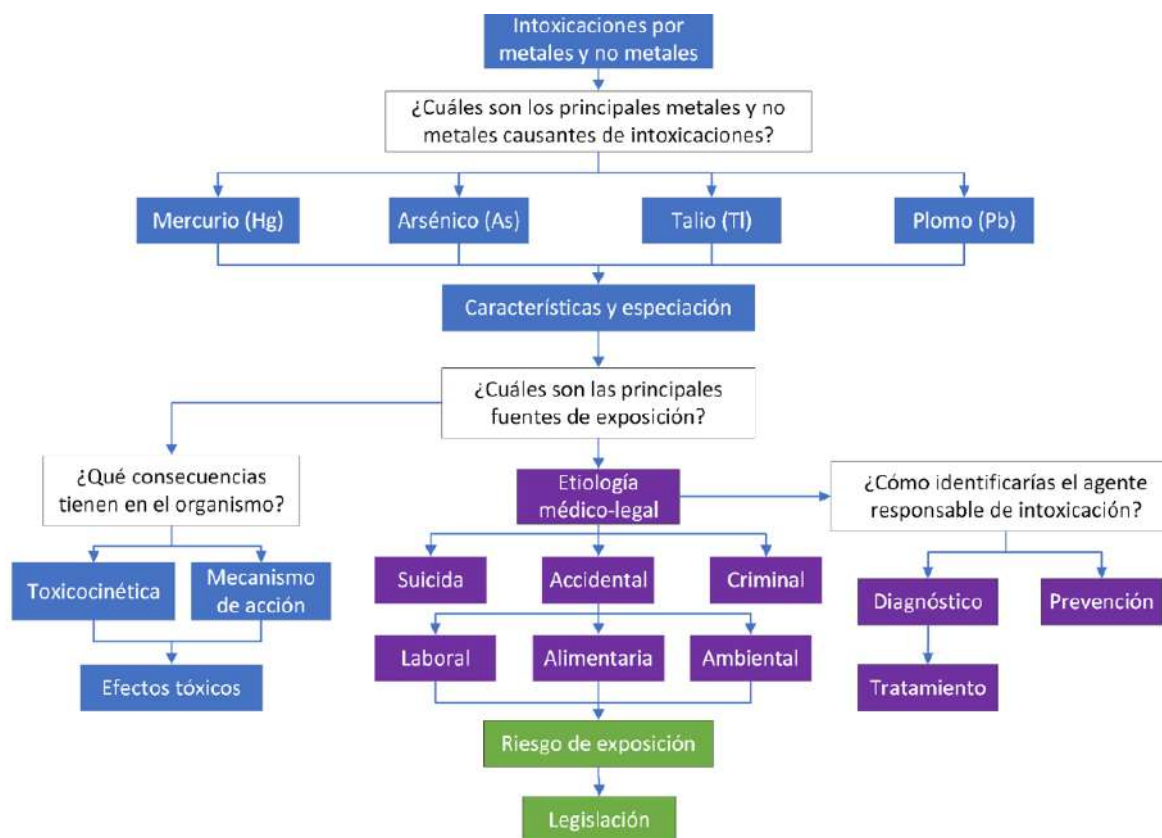


Figura 1. Mapa de contenidos del bloque temático intoxicaciones por metales y no metales. En blanco se muestran las preguntas clave que sirven de conexión de los contenidos conceptuales (azul), procedimentales (morado) y actitudinales (verde).

2.2. Cuestionario inicial y final

Se empleará un cuestionario inicial y final con dos objetivos principales: conocer las ideas previas que presentan los estudiantes sobre los contenidos que se van a abordar y evaluar si los estudiantes han logrado alcanzar los objetivos planteados para ese bloque temático [6]. El cuestionario inicial se realizará el día anterior al inicio del bloque temático y será anónimo. Para un correcto seguimiento, los estudiantes utilizarán un código o un pseudónimo que permita asociar el cuestionario inicial con el final y así conocer la evolución individual del alumnado. Constará de 3 preguntas, detalladas a continuación:

La Agencia Española de Seguridad Alimentaria recomienda a las embarazadas evitar el consumo de pescados con un alto nivel de mercurio, como es el caso del pez espada ¿Podrías explicar cómo llega el mercurio a la cadena alimentaria? ¿Estamos expuestos a este metal a través de otras vías?

A lo largo de la historia, el arsénico ha sido causante de un gran número de intoxicaciones criminales ¿son todas las formas de arsénico igual de tóxicas?

La intoxicación por talio da lugar a síntomas tales como vómitos, daño neurológico, alopecia o trastornos cutáneos. Sabiendo esto, ¿qué mecanismo de acción crees que presenta el talio para producir estos síntomas?

2.3. Secuencia de actividades

Las sesiones presentan una duración de 1 hora y seguirán la secuencia de actividades mostrada en la Tabla 1. Para el correcto funcionamiento de la *flipped classroom*, 3 días antes de la sesión se proporcionará en la plataforma de Enseñanza Virtual el material correspondiente que los estudiantes deben trabajar de forma autónoma. Este material constará de páginas web y vídeos seleccionados para cada uno de los contenidos a tratar.

Tabla 1. Secuencia de actividades

Antes de iniciar la clase		
Actividad	Descripción	
Preparación del material	Los estudiantes tendrán tres días previos a la sesión para trabajar el material proporcionado por el docente.	
Cuestionario	Los alumnos responderán un pequeño cuestionario para conocer si han comprendido los conceptos y para conocer las dificultades que han tenido.	
En el aula		
Actividad	Description	Tiempo
Repaso y resolución de dudas	Se realizará un repaso de los conceptos que los estudiantes deben haber trabajado previamente en casa y se hará hincapié en aquellos conceptos que hayan resultado más complicados.	10 min
Teoría	Explicación a los estudiantes de los contenidos que presentan mayor dificultad (mecanismo de acción y toxicocinética de las sustancias) mediante el uso de presentaciones tipo power point.	20 min
Estudio de casos	Se proporcionarán casos reales o ficticios y los estudiantes por grupos deberán indicar los pasos a seguir y los resultados que esperan encontrar.	15 min
Puesta en común	Se realizará una puesta en común del caso y se resolverán las dudas que queden.	10 min
Gamificación	Para afianzar los conceptos explicados y captar la atención de los estudiantes, se realizará un Wooclap en el que además se recogerán los resultados y se evaluará positivamente a aquellas personas que queden en los primeros puestos en el ranking.	5 min

2.4. Escaleras de aprendizaje

Para la evaluación de la mejora docente se empleará la comparativa del nivel en el que se encuentran los estudiantes en el cuestionario inicial con el nivel alcanzado en el cuestionario final tras la realización de las sesiones. A modo de ejemplo se muestra la Figura 2 de la escalera de aprendizaje que se empleará para la pregunta 1.

P1: La Agencia Española de Seguridad Alimentaria recomienda a las embarazadas evitar el consumo de pescados con un alto nivel de mercurio, como es el caso del pez espada ¿Podrías explicar cómo llega el mercurio a la cadena alimentaria? ¿Estamos expuestos a este metal a través de otras vías?

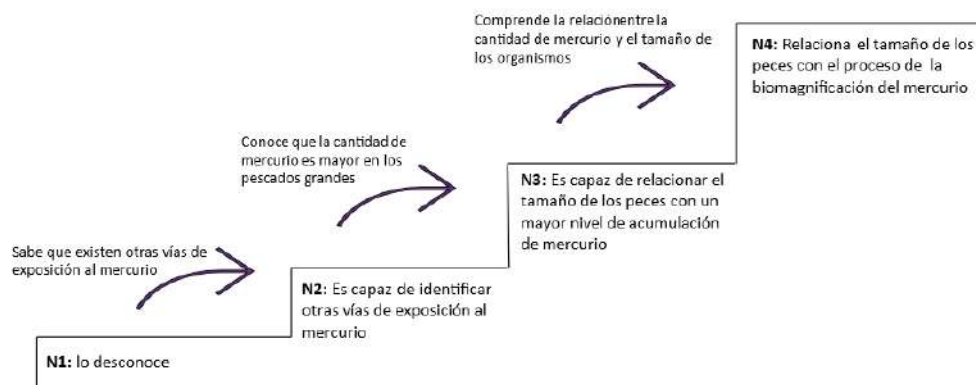


Figura 2. Escalera de aprendizaje para la evaluación de la pregunta 1 del cuestionario inicial y final

2.5. Wooclap

El uso del software Wooclap ha mostrado ser útil para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes [7]. Esta herramienta se empleará al final de las sesiones para reforzar el conocimiento impartido, empleando diferentes tipos de preguntas (tipo test, búsqueda en la imagen u ordenación de conceptos). Se recogerán los resultados obtenidos en el software y se mostrará a los estudiantes el ranking de los tres primeros puestos, los cuales tendrán una puntuación extra de 0,5 puntos en la evaluación final de la asignatura.

2.6. Encuesta de satisfacción de la propuesta docente

Se entregará una encuesta de satisfacción al alumnado para conocer su opinión acerca de la metodología utilizada en las sesiones. El cuestionario constará de las siguientes preguntas:

- La metodología de enseñanza utilizada para las intoxicaciones de metales y no metales es adecuada.
- La metodología empleada favorece la participación en clase.
- El docente consigue captar la atención del alumnado durante las sesiones.

Los estudiantes tendrán que evaluar la metodología con los siguientes códigos: 1: nada satisfe-

cho; 2: poco satisfecho; 3: satisfecho; 4: muy satisfecho; 5: bastante satisfecho. Además, se incluirá un apartado de comentarios con dos preguntas ¿qué es lo que más te ha gustado de estas sesiones?, ¿qué cambiarías de la metodología para los próximos bloques temáticos?

3. Resultados esperables

Tras el uso de este modelo de enseñanza (gamificación y aula invertida) se espera que los estudiantes adquieran las siguientes habilidades en relación al bloque temático intoxicaciones por metales y no metales:

1. Identificar las posibles fuentes y vías de entrada de los principales metales y no metales causantes de intoxicación.
2. Comprender los mecanismos de acción tóxica y los efectos producidos.
3. Adquirir formación toxicológica para interpretar informes científico-técnicos relacionados con la criminalidad.
4. Conocer el tipo de muestra y los principales métodos de determinación.

Además, para evaluar el proyecto planteado, se ha llevado a cabo un análisis DAFO (Debilidades,

Oportunidades, Debilidades, Amenazas) del aula invertida y la gamificación como modelos de enseñanza para las intoxicaciones por metales y no metales.

3.1. Debilidades

- Los estudiantes pueden sentirse abrumados por la cantidad de contenido que deben prepararse antes de las clases.

- Desigualdad en la participación de los estudiantes, ya que la gamificación puede favorecer a los estudiantes más competitivos.

3.2. Amenazas

- El uso de dispositivos electrónicos en el aula puede provocar que los estudiantes se distraigan.

- El empleo de estas metodologías puede incrementar la carga de trabajo tanto para los docentes como para los alumnos.

- Los estudiantes pueden sentirse desmotivados si no logran buenos resultados en Wooclap.

3.3. Fortalezas

- Puede aumentar la participación activa de los alumnos en clase.

- Se fomentan otras habilidades como el trabajo en equipo, el pensamiento crítico o la resolución de problemas.

- El trabajo fuera del aula permite que los estudiantes lleven a cabo una autorregulación del aprendizaje en función de las necesidades.

3.4. Oportunidades

- Se puede lograr una mejora del rendimiento académico gracias al aumento de la motivación.

- Estas herramientas responden a las necesidades actuales de la sociedad de lograr un aprendizaje dinámico y con situaciones de la vida cotidiana.

Tabla 2. Cronograma de consecución de actividades.

4. Cronograma

Actividades / Días	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Cuestionario inicial					
Intoxicaciones por Mercurio					
Intoxicaciones por Talio					
Intoxicaciones por Arsénico					
Intoxicaciones por Plomo					
Cuestionario final					

5. Perspectivas futuras

El objetivo futuro será implantar esta metodología al temario completo de Toxicología Forense de la asignatura. Asimismo, la aplicación de este modelo permitirá analizar los déficits existentes en el proceso de enseñanza y aprendizaje, identificando aspectos que deban ser mejorados.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Programa de Formación e Innovación educativa de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla (Programa RADIF) por la formación recibida. Cristina Plata Calzado agradece a la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades

de la Junta de Andalucía por la concesión del contrato predoctoral PREDOC_00447, en la ayuda Predoctorales 2021.

Conflicto de intereses

No hay conflictos que declarar.

Referencias bibliográficas

1. Alastor E, Martínez-García I, Fernández-Martín E, Sánchez-Rodríguez J. El aula invertida en educación superior como experiencia de innovación docente. UTE Teaching & Technology. 2023; 1,e3517. doi: 10.17345/ute.2023.3517.
2. Hinojo FJ, Aznar I, Romero JM, Marín JA. Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. Campus Virtuales. 2019;8(1):9-18.
3. Prieto JM. Una revisión sistemática sobre gamificación, motivación y aprendizaje en universitarios. Revista interuniversitaria. 2020;32(1):73-99. doi: 10.14201/teri.20625.
4. Chih-Yuan J, Wu Y, Lee W. The effects of the flipped classroom approach to OpenCourseWare instruction on students' self-regulation. Br J Educ Technol. 2016;48(3):713-29. doi: 10.1111/bjet.12444.
5. Ward P, Lehwald H, Soo Lee Y. Content maps: a teaching and assessment tool for content knowledge. J Phys Educ Recreat Dance. 2015;86(5):38-46. doi: 10.1080/07303084.2015.1022675.
6. Rivero A, Porlán R. La evaluación en la enseñanza universitaria. En R. Porlán. Enseñanza universitaria. Cómo mejorarla. 1ª ed. San Sebastián de los Reyes: Morata; 2017. p. 73-91.
7. Moreno-Medina I, Peñas-Garzón M, Belver C, Bedia J. Wooclap for improving student achievement and motivation in the Chemical Engineering Degree. Educ Chem Eng. 2023;45:11-8. doi: 10.1016/j.ece.2023.07.003.

Este trabajo debe ser citado como:

Plata-Calzado C, Diez-Quijada L. Uso del aula invertida y la gamificación como herramientas para la mejora docente en la asignatura Toxicología Forense. Rev Esp Cien Farm. 2024;5(1):132-138.

Originales Breves

Invertir el aula de Fisicoquímica

Flipped Classroom in Physical Chemistry

Márquez I^{1*}, Baca-Bocanegra B²

¹Departamento de Química Física, Facultad de Química, Universidad de Sevilla

²Departamento de Química Analítica, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla

* Correspondencia: imarquez1@us.es

Recibido 2 de julio de 2024, aceptado 27 de julio de 2024.

Resumen: Tradicionalmente, las clases magistrales en las que el docente tenía el papel protagonista de la enseñanza han sido la base de la docencia universitaria. Sin embargo, el uso de esta metodología no asegura un aprendizaje significativo por parte de los alumnos, lo que resulta en algunos casos en un rechazo de estos hacia la materia impartida. Por ello, el aula invertida se proyecta como metodología alternativa ya que permite un papel más activo de los alumnos en su proceso de aprendizaje, mejorando sus resultados y su motivación en las asignaturas que la ponen en práctica. En el presente trabajo se describe la implementación del aula invertida en parte de los contenidos de la asignatura de Fisicoquímica del Grado en Farmacia durante el curso 2023/24. Esta metodología se ha puesto en marcha para trabajar el contenido correspondiente a *Sistemas de composición variable*. Equilibrios de fase dentro del bloque *Termodinámica química: Energética y equilibrio* de la asignatura. La aplicación del aula invertida ha resultado de gran aceptación por parte de los alumnos y ha supuesto una mejora en las calificaciones de los alumnos que han participado en las sesiones sobre aquellos que no asistieron, poniéndose de manifiesto el papel clave que tiene la presencialidad de los alumnos en las clases teóricas sobre sus resultados académicos. En consecuencia, la incorporación de esta metodología supone una mayor implicación del alumno en su proceso de aprendizaje, aumentando su interés y motivación por la asignatura.

Abstract: Traditionally, lectures in which the professor had the leading role have been the basis of university teaching. However, this methodology does not ensure significant learning by students, which results sometimes in the subject rejection. Therefore, flipped classroom is emerging as an alternative methodology since it allows a more active role for students in their learning process, improving their academic results and their motivation. In the present work, it is proposed the implementation of the flipped classroom in some of the contents of the Physical Chemistry subject in the Degree in Pharmacy during the current academic year. This methodology has been implemented

to work on the content corresponding to *Systems of variable composition. Phase equilibria* included in the *Chemical Thermodynamics: Energetics and equilibrium* block of the subject. The application of the flipped classroom has been widely accepted by the students and led to an improvement in the grades of the students who have participated in the sessions compared to those who did not attend, highlighting the key role of student absenteeism on their academic results. Therefore, the incorporation of this methodology implies a greater involvement of the student in their learning process, increasing their interest and motivation in the subject.

Palabras clave: Aula invertida, Diagramas de fases, Sistemas binarios, Fisicoquímica, Enseñanza universitaria.

Keywords: Flipped Classroom, Phase Diagrams, Binary Systems, Physical Chemistry, University Teaching.

1. Introducción

La clase magistral o clase expositiva es la metodología más ampliamente utilizada en la docencia universitaria, a pesar de que la escucha pasiva por parte de los alumnos representa unas de la forma menos eficiente para el aprendizaje [1, 2]. Como consecuencia de ello, cada vez son más los docentes que buscan metodologías alternativas que permitan un aprendizaje más significativo. Un ejemplo es el aula invertida, en la cual el docente no emplea el tiempo de clase para hacer una exposición del contenido de la asignatura, sino que interactúa con los alumnos a través de actividades como debates, resolución de problemas propuestos, ejercicios prácticos y orientación [3]. Recientes estudios ponen de manifiesto que el uso de esta metodología en enseñanza universitaria no solo mejora el rendimiento académico de los alumnos [4], sino que incrementa la motivación de estos hacia la asignatura [5]. Concretamente, el empleo de aula invertida en el Grado en Farmacia de diferentes universidades ha resultado en una mejora significativa del aprendizaje con buena aceptación por parte de los alumnos [6-9]. Por ello, el objetivo del presente trabajo es llevar a cabo la implementación del aula invertida en la asignatura de Fisicoquímica del Grado en Farmacia durante el curso 2023/24.

La implementación del aula invertida se ha realizado dentro de las clases teóricas de la asignatura, la cual se imparte en el primer curso del Grado en Farmacia. Las clases teóricas abarcan tanto contenido teórico como su aplicación práctica mediante

sesiones de problemas. El contenido de la asignatura se divide en dos bloques: i) Termodinámica química: Energética y equilibrio, y ii) Cinética química. El tema escogido para llevar a cabo la implementación corresponde al Tema 4. *Sistemas de una composición variable. Equilibrios de fase* del bloque I del programa de la asignatura. La elección de este tema se basa en su alto contenido práctico, lo que permite que el contenido teórico del tema sea trabajado individualmente por el alumno sin que este necesite invertir una gran cantidad de tiempo fuera del aula. La Figura 1 muestra el mapa de contenidos correspondiente al tema elegido, donde se especifican los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales del mismo. Asimismo, el empleo de esta metodología facilita la adquisición por parte de los alumnos de competencias como la resolución de problemas y la aplicación de contenidos teóricos en ejercicios prácticos, las cuales están contempladas en el programa de la asignatura.

2. Material y métodos

La implementación del aula invertida se realizó en dos fases: una primera fase de trabajo autónomo por parte de los alumnos (trabajo en casa) y una segunda de trabajo apoyado por la docente (trabajo en el aula), como se muestra en la secuencia de actividades de la Figura 2. Esta segunda fase se llevó a cabo a lo largo de cuatro sesiones presenciales en días consecutivos con una duración de 1h/sesión. Varios días antes de comenzar la implementación del aula invertida, se informó a los alumnos de cómo se llevarían a

cabo las sesiones, mostrándole la secuencia de actividades a realizar. Con objeto de fomentar la participación de los alumnos, se han diseñado dos actividades a través de las cuales los alumnos que escojan la modalidad de evaluación con-

tinua, que contempla la innovación docente implementada en la asignatura, pueden obtener una bonificación cualitativa y/o cuantitativa en su calificación de la asignatura, como se detalla más adelante.

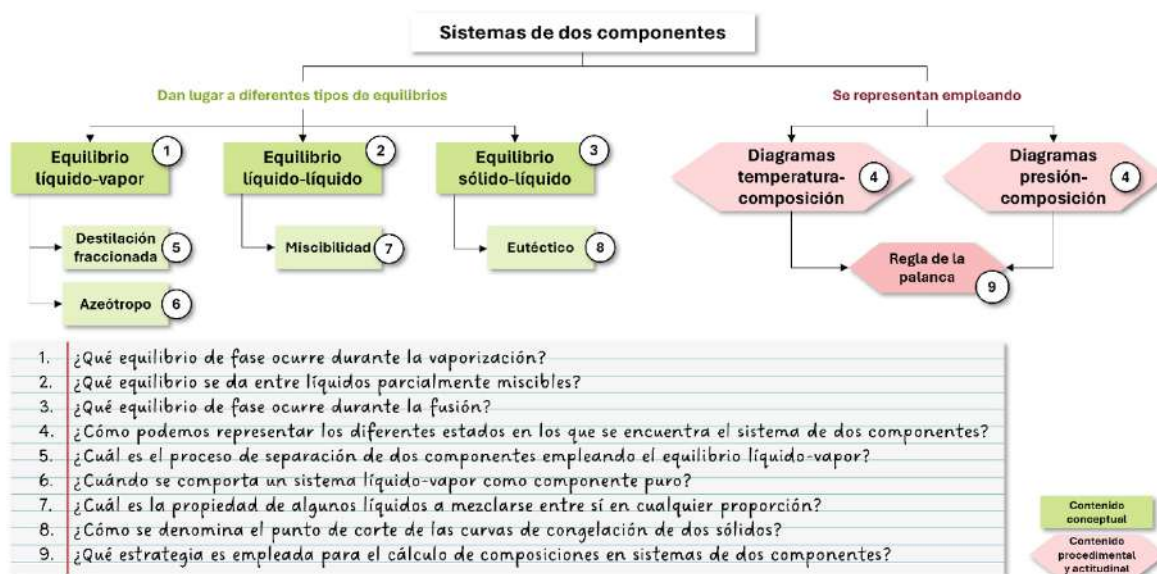


Figura 1. Mapa de contenidos propuesto para el tema trabajado en las sesiones de aula invertida. Los números dentro de cada círculo corresponden a cada una de las preguntas claves que se detallan en el recuadro situado en la zona inferior izquierda de la figura.



Figura 2. Esquema de la secuencia de actividades empleada en la implementación del aula invertida. Los iconos de lupa y de insignia representan aquellas actividades en las que se lleva a cabo una evaluación de la metodología empleada, y en las que se bonifica cualitativa o cuantitativamente a los alumnos, respectivamente.

La organización de las fases de implementación del aula invertida se detalla a continuación:

1ª fase. Trabajo en casa.

Esta fase la realizan los alumnos de forma autónoma fuera del aula y consiste en dos actividades:

- Actividad 1: Lectura del material. El material consta de un archivo en formato pdf (Figura 3) que se proporciona a los alumnos a través de la plataforma de Enseñanza Virtual de la Universidad de Sevilla. Este archivo contiene una descripción detallada de los contenidos conceptuales del tema junto con enlaces a videos explicativos que les permitirán abordar los contenidos procedimentales y actitudinales durante la segunda fase. Además, se proporciona a los alumnos un boletín de problemas para trabajar durante las sesiones

presenciales. El material se pone a disposición de los alumnos una semana antes de la primera sesión presencial dedicada a la implementación del aula invertida. El tiempo estimado que necesitan los alumnos para dedicar a esta actividad es entre 1.5 y 2 horas.

- Actividad 2: Cuestionario de trabajo. Con objeto de modular la 2ª fase, se proporciona a los alumnos un cuestionario (Tabla 1) a través de un formulario de Google para que respondan tras la realización de la actividad previa. Se establece un día antes del inicio de la segunda fase como fecha límite para el envío de respuestas por parte de los alumnos con preguntas diseñadas previamente por otros autores [6, 7]. Estos cuestionarios se analizan para adaptar las sesiones presenciales a las necesidades de los alumnos con respecto a los contenidos tras la realización de la actividad 1.

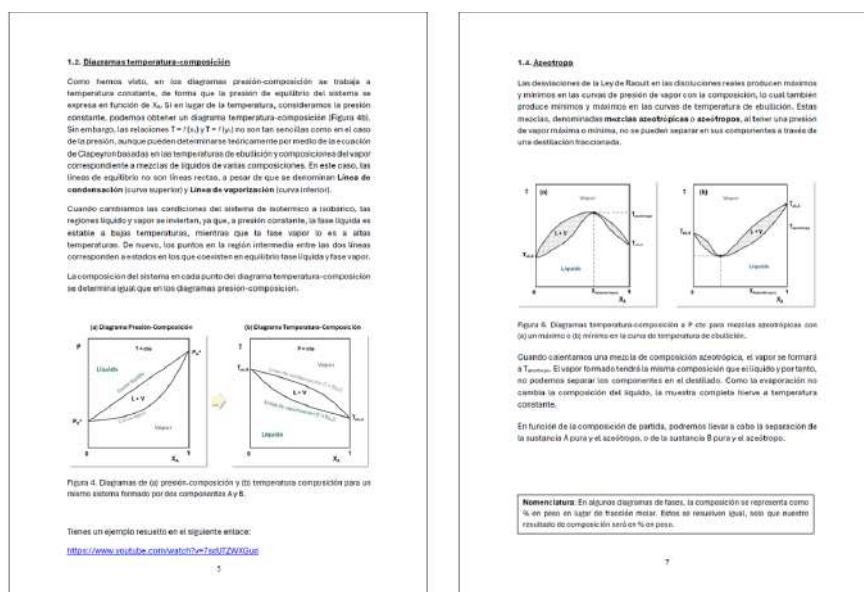


Figura 3. Páginas 5 y 7, a modo de ejemplo, del documento proporcionado a los alumnos para la actividad 1 de la fase de trabajo en casa (1ª fase).

Tabla 1. Preguntas correspondientes al cuestionario de trabajo (actividad 2 de la 1ª fase) que responden los alumnos tras la lectura del material proporcionado por la docente (actividad 1 de la 1ª fase). Tomadas de Hernández-Hierro [6, 7].

Preguntas
¿Cuánto tiempo has tardado trabajar el material proporcionado, reflexionar y responder a este cuestionario?
¿Qué parte necesita profundizarse en clase? Justifica por qué.
¿Cuáles son las ideas que te parecen más interesantes de este tema? Justifica por qué.
¿Cuál es la parte más difícil de comprender? Explica por qué.
¿Qué pregunta querías que te respondiese del tema?
¿Qué parte del tema comprendes bien y no necesitas que te expliquen? ¿Por qué?
Autocalifica (de 1 a 10) tu nivel de comprensión del tema.

2ª fase. Trabajo en el aula.

- Actividad 1: Quizlet cooperativo. Con objeto de fomentar la participación de los alumnos en las sesiones de aula invertida, se ha diseñado esta actividad bonificada que consiste en un juego de competición empleando la aplicación Quizlet. Los alumnos forman grupos de 3 o 4 miembros, y mediante el uso de sus teléfonos móviles inteligentes, deben emparejar conceptos clave trabajados en la actividad 1 de la 1ª fase con sus definiciones lo más rápido posible (Tabla 2). La ventaja principal de emplear la aplicación Quizlet es que permite el desarrollo del juego en modo cooperativo, es decir, por cada término que se pregunta, a cada alumno le aparecen opciones diferentes en su pantalla, de forma que deben trabajar en grupo para poder avanzar en el juego. El equipo ganador es aquel que consigue emparejar todos los términos con sus definiciones en el menor tiempo posible. Como bonificación, se les proporciona a los miembros del equipo ganador una tarjeta “comodín” (Fi-

gura 4) que pueden utilizar en el primer examen parcial de la modalidad de evaluación continua de la asignatura. El alumno puede canjear este comodín una única vez durante el examen como ayuda para comprobar si i) alguna cuestión de verdadero/falso está bien contestada, ii) alguna cuestión de opción múltiple está bien elegida, o iii) la ecuación empleada en alguno de los problemas es correcta. Esta actividad está programada para ocupar unos 20 min de la primera sesión presencial de aula invertida.



Figura 4. Tarjeta “comodín” que se les proporciona a los miembros del grupo que resulta ganador en el juego realizado en la actividad 1 de la 2ª fase.

Tabla 2. Conceptos, y sus correspondientes definiciones, incluidos en las tarjetas diseñadas empleando la aplicación Quizlet para llevar a cabo la actividad 1 de la fase de trabajo en el aula (2ª fase).

Concepto	Definición
Isopleta	Línea vertical dentro de un diagrama de fase que corresponde a un valor de composición concreto constante
Línea de unión	Línea horizontal que une dos líneas de equilibrio dentro de un diagrama de fase
Curva líquida	Línea del diagrama de fase presión-composición para una mezcla de dos componentes en cuya expresión matemática la presión del sistema depende linealmente de la composición de uno de los componentes
Curva vapor	Curva que separa las regiones vapor y líquido-vapor en un diagrama de fase presión-composición para una mezcla de dos componentes
Destilado	Fracción de una destilación fraccionada rica en el componente más volátil
Residuo	Fracción de una destilación fraccionada rica en el componente menos volátil
Mezcla azeotrópica	Mezcla cuyos componentes no pueden separarse empleando una destilación fraccionada
Mezcla parcialmente miscible	Mezcla cuyos componentes se encuentran en dos fases líquidas diferentes bajo ciertas condiciones de composición y temperatura/presión
Temperatura eutéctica	Temperatura a la cual tiene lugar la congelación de una disolución líquida dando lugar a sus dos componentes sólidos puros
Temperatura azeotrópica	Temperatura a la cual tiene lugar la evaporación de una disolución líquida dando lugar a un vapor de misma composición que el líquido

- Actividad 2: Ejemplos prácticos. Esta actividad consiste en aclarar las dudas que plantean los alumnos en el cuestionario de trabajo, así como mostrar ejemplos prácticos relacionados con los contenidos procedimentales y actitudinales del tema. Para ello, la docente resuelve algunos de los ejercicios propuestos en el boletín proporcionado a los alumnos en la actividad 1 de la 1ª fase, incidiendo en aspectos relacionados con las preguntas claves planteadas en el mapa de contenido. Esta actividad está programada para abarcar 40 min de la primera sesión presencial y la hora completa de la segunda sesión presencial.

- Actividad 3: Trabajo práctico grupal. Durante esta actividad, los alumnos de forma individual o en grupo deben resolver ejercicios propuestos en el boletín de problemas (Figura 5) con el apoyo de la docente si lo requieren. Como parte final de

la actividad, los alumnos realizan un ejercicio escrito individual del mismo tipo que los ejercicios trabajados durante esta actividad y la anterior (Figura 6). Este ejercicio escrito cuenta con una calificación máxima de 0.5 puntos adicionales a la nota que obtienen en el primer examen parcial de la modalidad de evaluación continua de la asignatura. Para el ejercicio escrito puntuable, se han diseñado cuatro modelos diferentes. Cada modelo está diseñado en base a contenidos conceptuales distintos (Tabla 3), de forma que, al distribuirlos aleatoriamente entre los alumnos, cada uno trabaja contenidos diferentes a los de sus compañeros de alrededor. La duración para esta actividad es de dos horas, las cuales corresponden a las dos últimas sesiones presenciales. El ejercicio escrito puntuable se realiza durante los últimos 30 min de la última sesión.

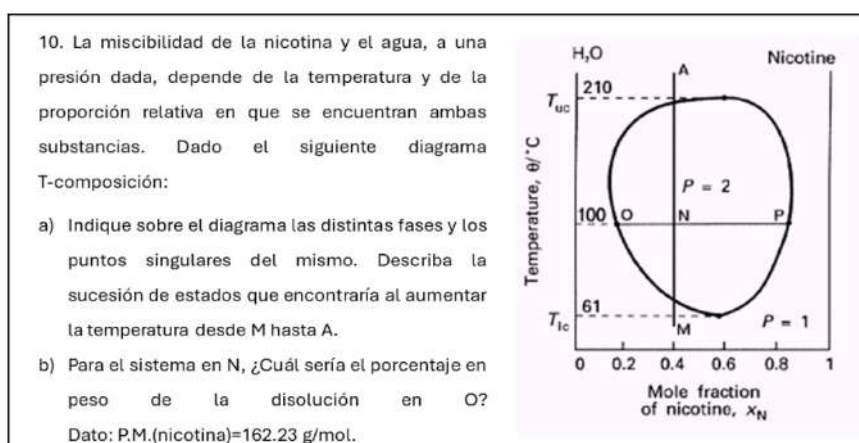


Figura 5. Ejercicio 10, a modo de ejemplo, del boletín de problemas documento proporcionado a los alumnos para las actividades 2 y 3 de la fase de trabajo en el aula (2ª fase).

Tabla 3. Descripción simplificada de los diferentes modelos diseñados para el ejercicio escrito puntuable de la actividad 3 de la 2ª fase

Modelo	Diagrama	Fases implicadas	Característica
A	Temperatura - Composición	Líquido - Vapor	Mezcla azeotrópica
B	Presión - Composición	Líquido - Vapor	Destilación fraccionada
C	Temperatura - Composición	Sólido - Líquido	Mezcla eutéctica
D	Temperatura - Composición	Líquido - Líquido	Mezcla parcialmente miscible

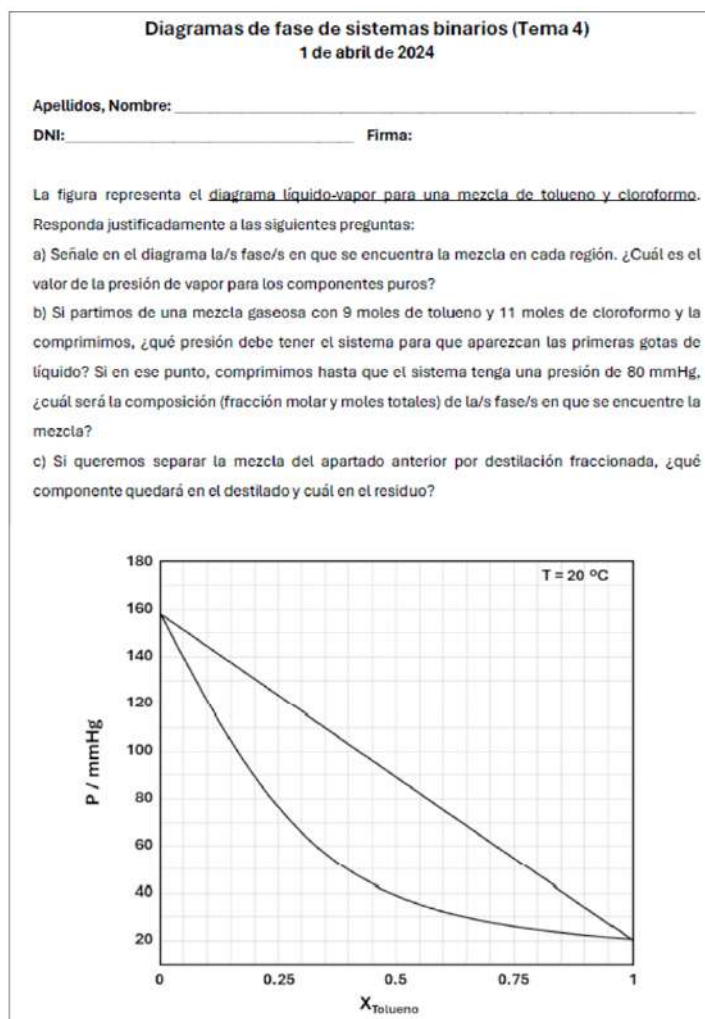


Figura 6. Modelo B, a modo de ejemplo, del ejercicio escrito puntuable que realizan los alumnos de forma individual para la actividad 3 de la fase de trabajo en el aula (2ª fase).

- Actividad 4: Cuestionario de opinión. La última actividad de la 2ª fase está dirigida a conocer la opinión de los alumnos respecto a la implementación del aula invertida en la asignatura. El cuestionario consta de cuatro preguntas (Tabla 4) a través de un formulario de Google que se pone a disposición de los alumnos con un código QR en la pantalla de proyección del aula. Esta actividad no requiere más de 5 min, por lo que se realiza justo al terminar el ejercicio escrito de la actividad anterior.

Tabla 4. Preguntas correspondientes al cuestionario de opinión (actividad 4 de la 2ª fase) que responden los alumnos tras la realización del ejercicio escrito individual dentro de la actividad 3 de la 2ª fase.

Preguntas
¿Has asistido a todas las sesiones correspondientes al Tema 4?
Si la pregunta anterior es afirmativa, ¿cómo valoras las sesiones?
¿Cómo valoras el contenido del ejercicio en base al material proporcionado y las sesiones del tema?
Comenta qué te ha gustado y qué no de las sesiones.

3. Resultados

3.1. Resultados de las actividades diseñadas para el aula invertida

Inicialmente, se llevó a cabo el análisis del cuestionario de trabajo (actividad 2 de la 1ª fase) realizado por los alumnos tras trabajar el material proporcionado para la actividad 1 de la 1ª fase. La Figura 7 muestra el tiempo que dedicaron los alumnos, el cual se ajusta en su mayoría (67% del total de los participantes) al tiempo estimado (1.5-2 h) en el diseño de la actividad. Los alumnos participantes comentan en el cuestionario de trabajo que consideran los contenidos relacionados con los diagramas líquido-vapor los más interesantes debido a que es la parte del tema que mejor entienden, en concordancia con el hecho de que este tipo de diagrama es el que se encuentra más detallado en el material proporcionado. Por otro lado, los alumnos comentan que necesitan profundizar contenidos como diagramas sólido-líquido (contenido que consideran el más difícil del tema), la regla de la palanca y la miscibilidad. Con respecto a las preguntas que los alumnos quieren que les sean resueltas en la 2ª fase, mayoritariamente tienen dudas sobre la destilación fraccionada y la regla de la palanca. Por último, los alumnos participantes calificaron su nivel de comprensión del tema tras trabajar el material proporcionado con una calificación media de 6.2 sobre 10 (Figura 8).

Al inicio de la 2ª fase, se llevó a cabo la actividad de Quizlet cooperativo, en la cual los alumnos se unieron en grupos de 3 o 4 miembros para realizar el juego. A pesar de la explicación inicial sobre las normas del juego, algunos alumnos manifestaron al final de la actividad que les habría ido mejor con una “partida de prueba”. Todos los miembros del grupo ganador utilizaron la tarjeta “comodín” posteriormente en el primer examen parcial de la modalidad de evaluación continua de la asignatura, uno de ellos para comprobar si la respuesta de verdadero/falso era correcta y el resto para ecuaciones empleadas en problemas. Los ejemplos prácticos (actividad 2 de la 2ª fase) se centraron en solventar las dudas y preguntas que plantearon los alumnos en el cuestionario de trabajo descritas en párrafos anteriores. Debido a las dudas que iban planteando los alumnos du-

rante las explicaciones, esta actividad se dedicó algo más de tiempo del programado inicialmente.



Figura 7. Horas de dedicación de los alumnos que participaron en la implementación del aula invertida a trabajar el material proporcionado en la actividad 1 de la 1ª fase.

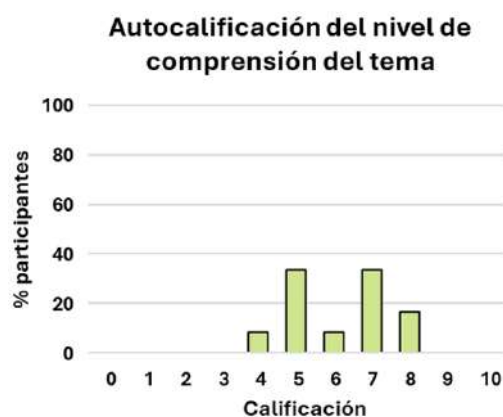


Figura 8. Autocalificación por parte de los alumnos que participaron en la implementación del aula invertida del nivel de comprensión tras trabajar el material proporcionado en la actividad 1 de la 1ª fase.

Después de resolver los ejemplos prácticos, los alumnos llevaron a cabo el trabajo práctico grupal (actividad 3 de la 2ª fase), el cual terminó con la realización de un ejercicio escrito puntuable durante los últimos 30 min de la última sesión y cuyos resultados se muestran en la Figura 9. Cabe destacar que las calificaciones más altas coinciden con ejercicios de los modelos A y B (Tabla 3) que corresponden a diagramas de fase líquido vapor, los cuales resultaron más fáciles de entender por los alumnos según el cuestionario de trabajo.

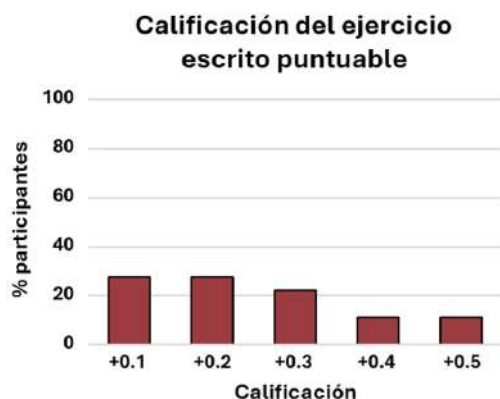


Figura 9. Calificaciones obtenidas por los alumnos que participaron en la implementación del aula invertida en el ejercicio escrito puntuable que realizaban dentro la actividad 3 de la 2ª fase. La calificación corresponden a los puntos adicionales que se suman a la nota que obtienen los alumnos en el primer examen parcial de la modalidad de evaluación continua de la asignatura.

Por último, los alumnos realizaron el cuestionario de opinión. Todos los alumnos que realizaron la encuesta habían asistido a todas las sesiones presenciales dedicadas al aula invertida. Sin embargo, no todos los asistentes realizaron el ejercicio escrito y el cuestionario de opinión, como se muestra en la gráfica de asistencia (Figura 10). Los alumnos que realizaron el cuestionario puntúan altamente las sesiones dedicadas al aula invertida, con una calificación de 4.6 sobre 5 (Figura 11). Por el contrario, la opinión que tienen de la dificultad del ejercicio escrito puntuable en base al material proporcionado y a las sesiones presenciales es más baja, con una calificación de 2.8 sobre 5 (Figura 12). Finalmente, en relación a los aspectos que más y que menos les han gustado de las sesiones, los alumnos comentaron que las sesiones les parecieron muy dinámicas y sirvieron para aclarar dudas que tenían en los conceptos trabajados individualmente debido a la cantidad de ejemplos prácticos realizados en clase, pero que les resultaba fácil perderse en el contenido del tema debido a la cantidad de materia que se abarca y su complejidad.

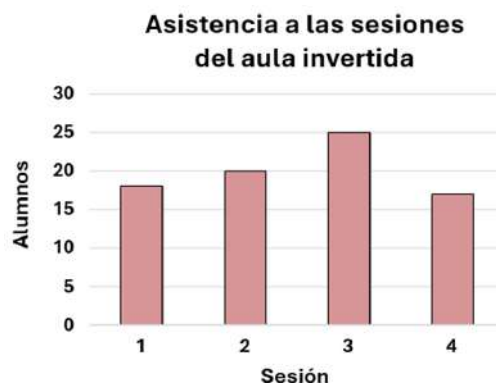


Figura 10. Asistencia de los alumnos a las sesiones de implementación del aula invertida.

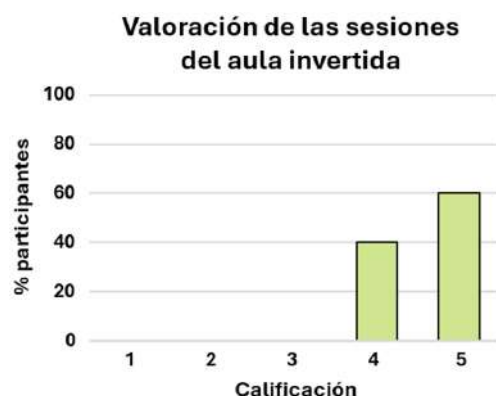


Figura 11. Valoración por parte de los alumnos que participaron en la implementación del aula invertida de las sesiones dedicadas.

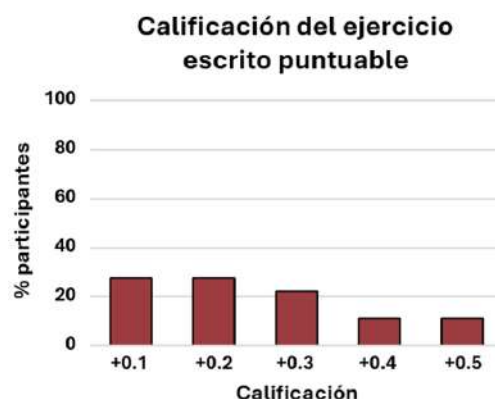


Figura 12. Valoración por parte de los alumnos que participaron en la implementación del aula invertida del ejercicio escrito puntuable en base al material proporcionado para 1ª fase y las sesiones dedicadas al aula invertida.

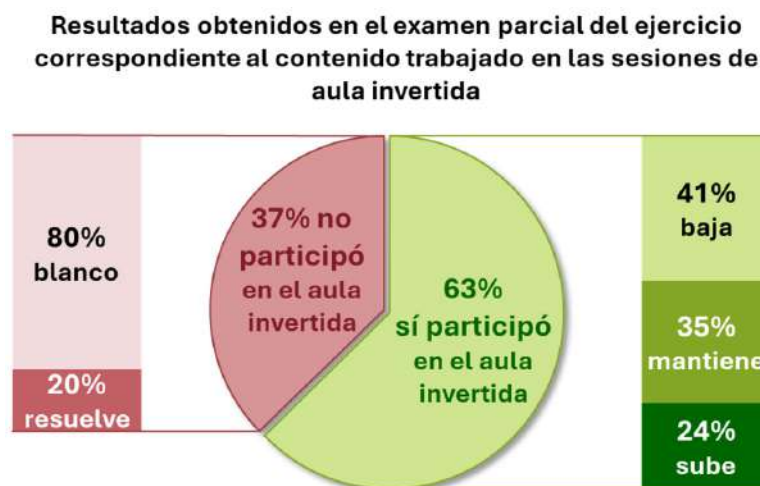


Figura 13. Análisis de los resultados obtenidos en el primer examen parcial de la modalidad de evaluación continua de la asignatura para el ejercicio correspondiente al contenido trabajado (*Tema 4. Sistemas de composición variable. Equilibrios de fase*) durante la implementación del aula invertida.

3.2. Repercusión de la implementación del aula invertida en el examen parcial de la asignatura

Con objeto de evaluar la repercusión que tiene la implementación del aula invertida, se han comparado los resultados obtenidos en el examen parcial de la asignatura (realizado una semana posterior a la última sesión del aula invertida) para el ejercicio correspondiente al contenido trabajado en las sesiones. El análisis de los resultados (Figura 13) muestra que casi 2/3 de los alumnos presentados al examen participaron en las sesiones de aula invertida. Estos alumnos obtuvieron una calificación media en el ejercicio de 0.4 sobre 1, frente a una calificación media de 0.1 sobre 1 que obtuvieron aquellos alumnos que no asistieron a las sesiones de aula invertida. Asimismo, se comparó individualmente la calificación relativa obtenida en el ejercicio escrito puntuable con la correspondiente obtenida en el examen parcial, observándose que un 41% de los alumnos bajó su calificación relativa en el ejercicio del examen con respecto al ejercicio escrito puntuable realizado en la última sesión del aula invertida. El 59% restante mantuvo o aumentó su calificación relativa en el ejercicio del examen. Por otro lado, es destacable el hecho de que el 80% de los alumnos presentados al examen que no asistieron a las sesiones de aula invertida no sabían resolver el ejercicio correspondiente del examen parcial.

4. Discusión

De forma general, la implementación del aula invertida ha resultado beneficiosa para los alumnos que han asistido a las sesiones. Por un lado, el análisis del cuestionario de trabajo previamente al inicio de la 2ª fase ha permitido identificar sus necesidades y, por tanto, modular el contenido a trabajar en los ejemplos prácticos, resolviendo dudas planteadas y profundizando en aquellos contenidos que demandan los alumnos, haciendo a estos más partícipes de su proceso de aprendizaje. Esto se ha puesto de manifiesto en la buena valoración de las sesiones por parte de los alumnos participantes. Por otro lado, a través de los comentarios aportados por los alumnos en el cuestionario de opinión, se observa un alto grado de satisfacción con la metodología implementada durante las sesiones de aula invertida, donde resaltan el dinamismo de las clases y la cantidad de ejemplos prácticos que les ayuda a aclarar conceptos. No obstante, el hecho de que los alumnos manifiesten un nivel medio de comprensión de los contenidos tras trabajar el material proporcionado en la 1ª fase indica que dicho material necesita ser rediseñado para hacer más accesible los contenidos a los alumnos.

Con respecto a las calificaciones obtenidas, cabe destacar que más de la mitad de los alumnos que participó en las sesiones del aula invertida mantuvo o subió su calificación relativa en el contenido

del tema trabajado en estas sesiones con respecto al ejercicio escrito puntuable, mientras que el 80% de los alumnos que no asistieron a las sesiones no fue capaz de resolver la parte del examen relacionada con dicho contenido. Aunque las calificaciones de los alumnos que asistieron a las sesiones no son excelentes, son notablemente mejores que aquellas de los que no lo hicieron. Esto pone de manifiesto el papel clave que juega la asistencia a clase en el proceso de enseñanza-aprendizaje [10, 11], especialmente cuando se tratan contenidos de tipo práctico. Asimismo, el hecho de que casi todos los alumnos que contaban con la tarjeta “cómodo” solicitaran ayuda para comprobar ecuaciones empleadas indica que la aplicación práctica de los contenidos teóricos les resulta más difícil que otros aspectos de la asignatura.

Por otro lado, como análisis global de la implementación del aula invertida en la asignatura, cabe destacar que solo se ha llevado a cabo una evaluación general de la metodología empleada en base a los resultados y las opiniones de los alumnos, sin llegar a elaborar una escalera de aprendizaje [12, 13] para analizar el nivel de conocimiento alcanzado por los alumnos que han participado. Además, la buena aceptación de esta metodología por parte de los alumnos invita a ponerla en marcha en otros temas y evaluar si supone una mejora en el aprendizaje de otros contenidos de la asignatura.

Finalmente, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se plantean una serie de propuestas de mejora para el curso siguiente como: i) mejora del material proporcionado al alumno en la 1ª fase; ii) diseño de las actividades enfocado a cuantificar el avance de los alumnos en base a la escalera de aprendizaje; e iii) implementación del aula invertida en otros contenidos del temario para evaluar

la metodología de forma independiente a la complejidad de la materia.

5. Conclusiones

La aplicación del aula invertida como metodología de enseñanza en la asignatura de Fisicoquímica ha resultado de gran aceptación por parte de los alumnos, los cuales se muestran más receptivos hacia esta metodología como alternativa a las clases expositivas. Asimismo, su implementación ha supuesto una mejora en las calificaciones de los alumnos que han participado en las sesiones sobre aquellos que no asistieron, poniéndose de manifiesto el papel clave que tiene la presencialidad de los alumnos en las clases teóricas sobre sus resultados académicos. Por ello, se prevé que la incorporación de la metodología de aula invertida a más contenidos de la asignatura implicará un rol más activo del alumno en su proceso de aprendizaje y, con ello, un aumento en su interés y motivación por la asignatura.

Agradecimientos

I. M. agradece al Programa de Formación e Innovación Educativa para el profesorado de la Facultad de Farmacia (Proyecto RADIF) durante el curso 2023/24 por la formación recibida, a los alumnos involucrados del grupo 4 de la asignatura de Fisicoquímica del Grado en Farmacia durante el curso 2023/24 que hicieron posible implementar esta innovación, y a los profesores Juan José Calvente, José Luis Olloqui, Julia Álvarez y Jaime Oviedo del departamento de Química Física por su asesoramiento en la preparación de las sesiones.

Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. Jiménez Hernández D, González Ortiz JJ, Tornel Abellán M. Metodologías activas en la universidad y su relación con los enfoques de enseñanza. *Profesorado*. 2020;24(1):76-94. doi: 10.30827/profesorado.v24i1.8173.
2. Rutkiene A, Tandzegolskiene I. Students' Attitude Towards Learning Methods for Self-Sufficiency Development in Higher Education. *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference*. 2015;1:348-357. doi: 10.17770/sie2015vol1.291.

3. Akçayır G, Akçayır M. The flipped classroom: A review of its advantages and challenges, *Comput Educ.* 2018;126:334-345. doi: 10.1016/j.compedu.2018.07.021.
4. Angadi NB, Kavi A, Shetty K, Hashilkar NK. Effectiveness of flipped classroom as a teaching-learning method among undergraduate medical students – An interventional study. *J Educ Health Promot.* 2019;8:211. doi: 10.4103/jehp.jehp_163_19.
5. Debbağ M, Yıldız S. Effect of the flipped classroom model on academic achievement and motivation in teacher education. *Educ Inf Technol.* 2021;26:3057–3076. doi: 10.1007/s10639-020-10395-x.
6. Hernández-Hierro JM. Uso del aula invertida adaptativa en la asignatura Nutrición y Bromatología. En: Porlán R, Navarro E, Villarejo AF, editores. *Ciclos de mejora en el aula año 2020: experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla*. Sevilla: Editorial de la Universidad de Sevilla; 2021. p. 2479-2497. doi: 10.12795/9788447231003.113.
7. Hernández-Hierro JM. Uso del aula invertida adaptativa en la asignatura Nutrición y Bromatología. Segunda parte. En: Porlán R, Navarro E, Villarejo AF, editores. *Ciclos de mejora en el aula año 2021: experiencias de innovación docente de la Universidad de Sevilla*. Sevilla: Editorial de la Universidad de Sevilla; 2022. p. 1539-1559. doi: 10.12795/9788447222865.088.
8. Campos F, Chato-Astrain J, Sánchez-Porras D, García-García OD, Blanco-Elices C, Durand-Herrera D, Martín-Piedra MA, Sánchez-Quevedo MC. Implementación de un modelo de aula invertida para el autoaprendizaje de la ingeniería tisular en el grado de Farmacia. *FEM.* 2021;24(3):121-124. doi: 10.33588/fem.243.1123.
9. Castillo García E, Ibáñez Torres L, León Bello G, Sanahuja Santafé MA, Villagrasa Sebastián V, Martínez-Solís I. La clase invertida “FLIPPED CLASSROOM” como recurso metodológico aplicado a la docencia de farmacología. En: Vega V, Vendrell E, coordinadores. *IN-RED 2019. V Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València; 2019. p. 279-289. doi: 10.4995/INRED2019.2019.10412.
10. Álvarez PR, López D. El absentismo en la enseñanza universitaria: un obstáculo para la participación y el trabajo autónomo del alumnado. *Bordón.* 2011;63(3):43-56.
11. Crespo N, Palomo MT, Méndez M. El efecto del absentismo universitario en el expediente académico y en la percepción de sus causas. *Educade.* 2012;3:47-65. doi: 10.12795/EDUCADE.2012.i03.04.
12. García E, Porlán R, Navarro E. Los fines y los contenidos de enseñanza. En: Porlán R, coordinador. *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla*. Madrid: Ediciones Morata; 2017. p. 55-72.
13. Rivero A, Porlán R. La evaluación en la enseñanza universitaria. En: Porlán R, coordinador. *Enseñanza Universitaria. Cómo mejorarla*. Madrid: Ediciones Morata; 2017. p. 73-91.

Este trabajo debe ser citado como:

Márquez I, Baca-Bocanegra B. Invertir el aula en Fisicoquímica. *Rev Esp Cien Farm.* 2024;5(1):139-150.

Originales Breves

Nuevo instrumento de evaluación para las prácticas de Microbiología del Grado en Farmacia

New Assessment Instrument for Microbiology practices in the Pharmacy Degree

Ruiz-Carnicer Á^{1*}, González-Rovira M¹, Amaral F²

¹ Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

² Departamento de Genética, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

* Correspondencia: acarnicer@us.es

Recibido 4 de julio de 2024, aceptado 21 de julio de 2024.

Resumen: La evaluación del aprendizaje es una parte integral del proceso educativo que requiere de herramientas adecuadas para garantizar la objetividad, fiabilidad y validez de los resultados obtenidos. Actualmente, existen distintas herramientas de evaluación que permiten medir los conceptos teóricos que el estudiante ha memorizado o comprendido, además de otros aspectos cruciales para el aprendizaje, como la capacidad de trabajar en equipo o de argumentar de manera lógica. Las rúbricas permiten establecer estándares de evaluación haciendo evidentes los criterios y el rendimiento del alumno. En este estudio se ha desarrollado una rúbrica analítica como herramienta de evaluación para las prácticas de la asignatura de Microbiología de 2º curso del Grado en Farmacia y Doble Grado en Óptica y Optometría. Esta rúbrica tiene como objetivo evaluar a los alumnos de forma consistente, fiable y equitativa, independientemente del evaluador asignado, ya que todos seguirán los mismos criterios preestablecidos.

Abstract: The evaluation of learning is an integral part of the educational process that requires appropriate tools to ensure the objectivity, reliability, and validity of the results obtained. Currently, various assessment tools exist to evaluate theoretical concepts that students have memorized or understood, as well as other crucial aspects of learning, such as the ability to work in teams or argue logically. Rubrics establish evaluation standards by making the criteria and student performance explicit. In this study, an analytical rubric has been developed as an evaluation tool for the practical sessions of the Microbiology course in the second year of the Pharmacy Degree and the Double Degree in Pharmacy and Optics and Optometry. The aim is to evaluate students consistently, reliably, and equitably, regardless of the assigned evaluator, as all will follow the same predefined criteria.

Palabras clave: Microbiología, rúbrica, innovación docente, evaluación, farmacia.

Keywords: Microbiology, rubric, teaching innovation, assessment, Pharmacy.

1. Introducción

La implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha conllevado una serie de cambios en la docencia. En el proceso de enseñanza-aprendizaje se ha realizado un énfasis creciente en situar al estudiante como eje del proceso, adoptando nuevas estrategias para alcanzar los conocimientos [1]. Esos cambios también se han reflejado en la forma de evaluar a los alumnos, donde se ha instaurado el proceso de evaluación continua durante el curso, que busca mejorar el aprendizaje del alumno y, por tanto, tener repercusión positiva en el examen final, y en la calificación obtenida en las asignaturas [2]. El seguimiento continuo de los estudiantes conduce hacia una detección rápida de errores, tanto en los enfoques como en la realización, y ayuda a corregir rápidamente los esfuerzos mal canalizados [3].

La evaluación es una de las principales obligaciones que recaen en la función del docente. La valoración del aprendizaje es una parte integral del proceso educativo que requiere de herramientas adecuadas para garantizar la objetividad, fiabilidad y validez de los resultados obtenidos. Las nuevas tecnologías ofrecen distintas herramientas: autoevaluaciones, evaluaciones colaborativas, concurso de preguntas, portafolios de aprendizaje, mapas conceptuales y rúbricas (Figura 1). Estas modalidades no solo buscan medir los conceptos teóricos que el estudiante ha memorizado o comprendido, sino también otros aspectos cruciales para el aprendizaje, como la capacidad de trabajar en equipo o de argumentar de manera lógica [4]. A su vez, el concurso de preguntas o la gamificación son instrumentos que hacen que los estudiantes expresen lo que saben de una manera distinta, trabajando además las competencias digitales. Por otro lado, el uso de los mapas conceptuales es una herramienta muy completa que implica que los alumnos deben plasmar en él todos los contenidos esenciales, estructurarlos y relacionarlos entre sí. Finalmente, las rúbricas pueden permitir que el alumno conozca los criterios con los que se valorará su trabajo [5].



Figura 1. Herramientas de evaluación.

Cada forma de evaluación comunica un mensaje efectivo a los estudiantes acerca de qué y cómo enfocar sus estudios. Por lo tanto, podemos deducir que, si no hay satisfacción por parte del docente con los métodos de estudio de los alumnos, la forma más efectiva de cambiar el estilo de estudio es modificar el sistema de evaluación [6].

Esta preocupación por las tareas de evaluación viene siendo característica de la denominada evaluación auténtica. La premisa fundamental es que, si nuestro objetivo real es enseñar a los estudiantes a pensar, tomar decisiones y actuar en situaciones del mundo real, entonces las tareas de evaluación que practicamos deben requerir en algún momento una demostración activa de su capacidad para aplicar el conocimiento en lugar de simplemente hablar o escribir sobre él [6]. La evaluación debe estar verdaderamente alineada con los objetivos que establezcamos en el plan de estudio ya que lo ideal es que los estudiantes muestren las mismas combinaciones de conocimientos, habilidades y actitudes que encontrarán en su futura vida profesional [6-8].

En el ámbito de la educación en ciencias de la salud, la evaluación de habilidades prácticas, como las demostradas en un examen oral, es fundamental para asegurar la competencia de los estudiantes [9]. Para valorar estos aspectos, las rúbricas se consideran instrumentos efectivos y facilitan a los docentes la valoración del desempeño [10]. Al establecer los estándares de evaluación mediante las rúbricas al inicio de un proyecto, se clarifican las intervenciones del docente (es decir,

su contenido, diseño y ejecución) y cuáles serían los resultados esperados. Al hacer evidentes los criterios, el rendimiento puede elevarse ya que la excelencia y el éxito están definidos de manera precisa [9,11,12].

La rúbrica ha sido definida como una herramienta versátil que puede utilizarse de forma muy diferente para evaluar y tutorizar los trabajos de los estudiantes [13,14]. Por una parte, provee al alumno de un referente que proporciona un feedback relativo a cómo mejorar su trabajo. Por otra, proporciona al profesor la posibilidad de manifestar sus expectativas sobre los objetivos de aprendizaje fijados [15], definiendo con precisión los criterios que se están buscando y para hacer evidentes esas características a todos los involucrados en la ejecución del programa. Esto previene la discrepancia entre el conocimiento del evaluador y el conocimiento de los alumnos, además de facilitar la transmisión de objetivos o intenciones específicas a los principales implicados. El uso de rúbricas permite destacar tanto las fortalezas como las debilidades del evaluado, realizando ajustes en lo que se está implementando [16-18]. De lo contrario, evaluar el rendimiento puede resultar desafiante sin una herramienta de medición adecuada.

En una rúbrica se distinguen dos componentes esenciales: los criterios de evaluación que serán aplicados y los estándares de rendimiento (o niveles de la rúbrica). Los criterios de evaluación tienen la función de identificar las dimensiones relevantes que servirán como base para evaluar el desempeño del programa en intervenciones específicas o resultados [19]. Es importante que vayan más allá de los objetivos del programa para abarcar otros posibles impactos. Inicialmente, la lista de criterios debe ser exhaustiva y puede ser refinada para incluir los aspectos más relevantes en los que el evaluado debe concentrarse, y también pueden ser ponderados según su relevancia. Por otro lado, una rúbrica debe utilizar un lenguaje descriptivo detallado que distinga entre calidad y/o éxito, siendo fácilmente comprensible para todos los implicados. Los diferentes niveles de rendimiento se describen en términos tangibles y cualitativos mediante un lenguaje positivo [10]. Las rúbricas pueden cons-

tar de cualquier cantidad de puntos a lo largo de una escala, dependiendo del contexto de evaluación [20]. En este sentido, básicamente, existen dos grupos de rubricas: las holísticas, que tratan de evaluar el aprendizaje o competencia desde una visión más global, y las analíticas, que se centran en algún área concreta de aprendizaje [15].

En este contexto de sistemas de evaluación, se propone llevar a cabo la implementación de una rúbrica analítica como herramienta de innovación docente en las prácticas de la asignatura de Microbiología de 2º curso del Grado en Farmacia y Doble Grado en Farmacia y Óptica y Optometría. La propuesta que se presenta en este trabajo tiene como objetivo la evaluación de forma equitativa entre docentes implicados en las prácticas de la asignatura de Microbiología.

2. Metodología y métodos

2.1. Contexto de la asignatura

El sistema de evaluación de la asignatura de Microbiología incluye un examen para la parte teórica y otro para la parte práctica. Concretamente las prácticas comprenden 1,5 créditos y se realizan durante una semana en el laboratorio. La evaluación actual de las prácticas consiste en un examen teórico-práctico que se realiza al final de cada semana de prácticas. En el examen se valoran los contenidos prácticos y teóricos obtenidos durante las prácticas, y consta de 6 pruebas: 4 sobre realización de siembras y 2 sobre los fundamentos teóricos (oral). En dicha asignatura participan un total de 19 profesores, 4 de ellos implicados en la docencia teórica y 15 dedicados a la impartición de la docencia práctica, por lo que, actualmente existe una plantilla con directrices muy generales para auxiliar a los profesores en la evaluación de la parte práctica sobre la realización de siembra: bien (1,5 puntos), regular (0,75 puntos) o mal (0,75 puntos). Asimismo, en esa plantilla se recopilan los posibles errores más frecuentes que cometen los alumnos: no flamear la boca del tubo; no flamear correctamente el asa; dejar el tapón del tubo encima de la mesa o cogerlo incorrectamente; no realizar las estrías de manera correcta; abrir la caja de puntas lejos del mechero; dejar la tapa encima de la mesa durante

la siembra con espátula; coger la placa con la mano o no apoyarla bien en la mesa durante la siembra con espátula.

Sin embargo, dada la inexperiencia de los profesores noveles en la evaluación de las prácticas, y la dificultad de equidad entre docentes más experimentados, surge la necesidad de una herramienta objetiva y estandarizada para evaluar el desempeño de los estudiantes en estas prácticas. En este sentido, se propone un instrumento de evaluación basado en una rúbrica analítica. El estudio se hará en todos los grupos de prácticas, formados de entre 16-24 alumnos. El enfoque implicaría la revisión de los procedimientos actuales y la implementación de una herramienta específica para optimizar la evaluación de las prácticas de la asignatura de Microbiología durante el período académico 2024-2025.

2.2. Elaboración de una rúbrica

Las rúbricas analíticas desglosan el desempeño de los estudiantes en varias dimensiones o criterios específicos. Las partes principales que se incluyen en una rúbrica son la escala o niveles de evaluación, ordenados jerárquicamente desde el desempeño más bajo al más alto, y los criterios de evaluación, donde se incluye los aspectos especí-

ficos del trabajo o desempeño que se evaluarán. En el examen práctico de las prácticas de Microbiología, la parte experimental (evaluación de 4 siembras) corresponde a 6 puntos del total del examen, por lo que cada una de las siembras equivale a 1.5 puntos (15% del examen). Por tanto, la rúbrica analítica a desarrollar constaría de cuatro escalas de evaluación (insuficiente (0-4), aceptable (5-6), bueno (7-8) y excelente (9-10)), y los criterios a evaluar serían: rotular (1%), utilización del material (2%), organización de la siembra (zona de trabajo (1%), utilización del mechero para el asa de siembra (2%), utilización del mechero de tubo (2%), manejo del tapón del tubo (2%), transferencia del inóculo (1%) y realización del tipo de siembra idónea (4%) (Tabla 1). Cada uno de los criterios de evaluación tiene un porcentaje sobre la nota final. Una vez evaluado el alumno de 1 a 10 puntos en cada criterio, se multiplicará por el porcentaje correspondiente para obtener una puntuación de 1-6.

Esta rúbrica proporcionará una estructura clara y detallada para evaluar la competencia técnica del estudiante en la realización de una siembra en microbiología, asegurando que se sigan correctamente los procedimientos y técnicas para minimizar la contaminación y garantizar resultados precisos.

Tabla 1. Modelo de rúbrica propuesto para la evaluación de la sesión práctica de la asignatura de Microbiología.

		Insuficiente (0-4)	Aceptable (5-6)	Bueno (7-8)	Excelente (9-10)
Rotular (1%)		Valore del 1 al 10 si el estudiante rotula correctamente los materiales utilizados en la técnica			
Utilización del material: asa de siembra, tubo, placa de Petri (2%)		No lo utiliza o lo usa incorrectamente	Usa el material adecuado, pero no sigue todas las técnicas correctas, lo que puede comprometer el experimento	Utiliza el material correctamente la mayoría de las veces, con mínimos errores que no afectan significativamente al resultado	Utiliza el material de manera precisa y correcta en todo momento, siguiendo todas las técnicas adecuadas sin errores
Organización de la siembra (8%)	C1. Zona de trabajo (1%)	No trabaja dentro de la zona del mechero o lo hace incorrectamente, lo que lleva a una alta probabilidad de contaminación	Trabaja dentro de la zona del mechero, pero con errores frecuentes que aumentan el riesgo de contaminación	Trabaja correctamente dentro de la zona del mechero la mayor parte del tiempo, con pocos errores menores	Trabaja de manera precisa y correcta dentro de la zona del mechero en todo momento, minimizando cualquier riesgo de contaminación
	C2. Utilización del mechero para el asa de siembra (2%)	No flamea el asa de siembra o lo hace de manera incorrecta, no alcanzando el rojo incandescente	Flamea el asa de siembra, pero con errores frecuentes que impiden alcanzar el rojo incandescente consistentemente	Flamea el asa de siembra correctamente la mayoría de las veces, alcanzando el rojo incandescente con pocos errores	Flamea el asa de siembra de manera precisa y correcta en todo momento, siempre alcanzando el rojo incandescente
	C3. Utilización del mechero de tubo (2%)	No flamea la boca del tubo en absoluto o lo hace de manera incorrecta, aumentando el riesgo de contaminación	Flamea la boca del tubo, pero con errores frecuentes que pueden no eliminar adecuadamente los contaminantes	Flamea la boca del tubo correctamente la mayoría de las veces, con pocos errores menores	Flamea la boca del tubo de manera precisa y correcta en todo momento, eliminando efectivamente cualquier contaminante
	C4. Manejo del tapón del tubo (2%)	Deja el tapón del tubo encima de la mesa, lo que aumenta el riesgo de contaminación	A veces deja el tapón del tubo encima de la mesa, aunque intenta no hacerlo	No deja el tapón del tubo encima de la mesa la mayor parte del tiempo, manteniéndolo en su mano de manera adecuada	Nunca deja el tapón del tubo encima de la mesa, asegurando que siempre se mantenga libre de contaminación
	C5. Transferencia del inóculo (1%)	No espera a que el asa de siembra se enfríe antes de transferir el inóculo, lo que puede matar las células del inóculo	Espera un poco después de flamear el asa, pero no siempre el tiempo suficiente para asegurar que esté completamente fría	Espera el tiempo adecuado para que el asa de siembra se enfríe antes de transferir el inóculo	Espera que el asa de siembra se enfríe completamente antes de transferir el inóculo, siguiendo las mejores prácticas sin errores
Realización del tipo de siembra idónea (4%)		Valore del 1 al 10 si ha realizado correctamente el tipo de siembra			

3. Resultados esperables

Con este nuevo instrumento de evaluación se pretende:

- Proporcionar una guía detallada para la evaluación objetiva del desempeño de los estudiantes en las prácticas en el laboratorio de Microbiología, asegurando la consistencia y la calidad en la evaluación.
- Permitir una valoración más uniforme y fiable entre los diversos evaluadores existentes, ya que todos seguirán los mismos criterios preestablecidos, asegurando así una evaluación equitativa para todos los estudiantes, sin importar el evaluador asignado.
- Que sirva como una herramienta de retroalimentación para los profesores, permitiéndoles identificar áreas de mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

4. Cronograma

La asignatura de Microbiología se imparte en el segundo cuatrimestre. Por tanto, en enero se

llevará a cabo una reunión con los profesores que impartirán las prácticas de Microbiología y se explicará la nueva herramienta de evaluación tras poner de manifiesto a los docentes implicados la necesidad de esta rúbrica. En ese mismo mes se pretende hacer la divulgación del proyecto. Durante el mes de febrero y marzo, se desarrollarán las prácticas de la asignatura de Microbiología, por tanto, el último día de cada semana de prácticas se implementará la nueva rúbrica. Finalmente, en abril se harán encuestas sobre el proyecto docente entre profesores para evaluar el grado de satisfacción y poder cuantificar los resultados. Se elaborarán preguntas sencillas sobre el interés de este instrumento de evaluación y su utilidad. La evaluación se realizará de forma visual mediante 5 indicadores: 1 (desacuerdo) a 5 (completamente de acuerdo). Se recogerán los resultados de las respuestas y se obtendrán las conclusiones sobre el resultado. Esos resultados serán utilizados para la divulgación del proyecto en diferentes congresos relacionados con el área de Innovación docente. En la Tabla 2 se representa de forma resumida el cronograma propuesto para la realización de la rúbrica de las prácticas de Microbiología para el próximo curso 2024/2025.

Tabla 2. Cronograma de consecución de actividades.

Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Planificación					
Divulgación del proyecto					
Semanas de prácticas					
Evaluación de los resultados					
Divulgación de los resultados					

5. Perspectivas futuras

La implementación de un nuevo instrumento de evaluación, como una rúbrica específica para las prácticas de Microbiología en el Grado en Farmacia y Doble Grado en Farmacia y Óptica

y Optometría, ofrece una serie de perspectivas prometedoras. La utilización de una rúbrica estándar puede reducir la variabilidad en la evaluación entre diferentes docentes, asegurando que todos los estudiantes sean valorados con los mismos criterios. Es por ello, que creemos

que podrá ser considerada como una herramienta para estas prácticas donde están implicados profesores noveles con inexperiencia en su valoración, y docentes más experimentados. No obstante, es importante destacar algunos desafíos y limitaciones inherentes a este proceso. La implementación de rúbricas requiere un tiempo y esfuerzo considerable por parte de los docentes, así como la validación de su contenido y fiabilidad, y el entrenamiento adicional

para familiarizarse con el uso de la rúbrica y asegurar una evaluación coherente y justa.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el IV Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla.

Conflicto de intereses

No hay conflictos que declarar.

Referencias bibliográficas

1. García-Carpintero E, Siles J, Martínez ME, Martínez de Miguel E, González S, Pulido R. El estudiante como protagonista de su aprendizaje: la necesidad del uso del portafolio en enfermería dentro del contexto de educación superior. *Index Enferm*. 2015;24(1-2):93-7. doi: 10.4321/S1132-12962015000100021.
2. Ortiz E, Santos JM, Marín S. Evaluación continua en la enseñanza universitaria de la contabilidad. *RIE*. 2020;38(1):109-29. doi: 10.6018/rie.329781.
3. Del Giorgio H, Aubin VI, Blautzik LJ, Videla L, Guatelli R, Cabrera J, Sánchez C, Goitea A. Influencia del uso de la gamificación y las herramientas de evaluación continua en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En: Libro de Comunicaciones del XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación; 26-27 abril 2018; Corrientes, Argentina. p. 425-9.
4. Pérez A, García J. La evaluación del aprendizaje basado en competencias: un análisis de las modalidades de evaluación utilizadas en la educación secundaria. *REDU*. 2018;372:123-42.
5. Moreno ML. Gamificación e inteligencia artificial: herramientas para mejorar la calidad y la eficiencia de la evaluación continua en asignaturas relacionadas con la microbiología. En: Molero MM, Simón MM, Gázquez JJ, Martos Á, Pérez MC, editores. *Fuentes Innovación Docente e Investigación en Salud: Nuevas tendencias para el cambio en la enseñanza superior* (eds). Madrid: Editorial Dykinson, S.L.; 2024. p. 575-84.
6. Padilla MT, Gil J. La evaluación orientada al aprendizaje en la Educación Superior: condiciones y estrategias para su aplicación en la docencia universitaria. *REP*. 2008;66(241):467-86.
7. Gulikers TM, Bastiaens TJ, Kirschener PA, Kester L. Relations between student perceptions of assessment authenticity, study approaches and learning outcome. *Studies in Educational Evaluation*. 2006;32(4):381-400. doi: 10.1016/j.stueduc.2006.10.003.
8. Morales P. Implicaciones para el profesor de una enseñanza centrada en el alumno. *Miscelánea Comillas*. 2006;64(124):11-38.
9. Andrade H, Du Y. Student perspectives on rubric-referenced assessment. *PARE*. 2005;10(3):1-11.
10. Bargainnier S. Fundamentals of rubrics. *Pacific crest*. 2003;630:737-1067.

11. Reddy YM, Andrade H. A review of rubric use in higher education. *Assess Eval High Educ.* 2010;35(4):435-48. doi: 10.1080/02602930902862859.
12. Brookhart SM. How to create and use rubrics for formative assessment and grading. 1st ed. ASCD; 2013. 160 p.
13. Mertler CA. Designing scoring rubrics for your classroom. *PARE.* 2000;7:25. doi: 10.7275/gcy8-0w24.
14. Roblyer MD, Wiencke WR. Design and use of a rubric to assess and encourage interactive qualities in distance courses. *American Journal of Distance Education.* 2003;17(2):77-98. doi: 10.1207/S15389286AJDE1702_2.
15. Torres JJ, Perera VH. La rúbrica como instrumento pedagógico para la tutorización y evaluación de los aprendizajes en el foro online en educación superior. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación.* 2010;36:141-9.
16. Arter J, Mctighe J. Scoring rubrics in the classroom: using performance criteria for assessing and improving student performance. 1st ed. Thousand Oaks, California: Corwin Press; 2001. 176 p.
17. Truemper CM. Using scoring rubrics to facilitate assessment and evaluation of graduate-level nursing students. *J Nurs Educ.* 2004;43(12):562-4. doi: 10.3928/01484834-20041201-11.
18. Stevens DD, Levi A. Introduction to rubrics: An assessment tool to save grading time, convey effective feedback, and promote student learning. 2nd ed. New York: Routledge; 2012. 238 p.
19. Tierney R, Simon M. What's still wrong with rubrics: Focusing on the consistency of performance criteria across scale levels. *PARE.* 2004;9:1-7. doi: 10.7275/JTVT-WG68.
20. Dickinson P, Adams J. Values in evaluation-The use of rubrics. *Eval Program Plann.* 2017;65:113-6.

Este trabajo debe ser citado como:

Ruiz-Carnicer Á, González-Rovira M, Amaral F. Nuevo instrumento de evaluación para las prácticas de Microbiología del Grado en Farmacia. *Rev Esp Cien Farm.* 2024;5(1)151x-157.

Originales Breves

Implementación de la clase invertida en la enseñanza de Microbiología: una propuesta de innovación educativa

Implementation of flipped classroom in Microbiology teaching: an innovative educational proposal

González-Rovira, M^{1*}, Ruiz-Carnicer, Á¹, Sánchez-Hidalgo, M²

¹Departamento de Microbiología y Parasitología, Universidad de Sevilla.

²Departamento de Farmacología, Universidad de Sevilla.

* Correspondencia: mgonzalez13@us.es

Recibido 5 de julio de 2024, aceptado 29 de julio de 2024.

Resumen: La clase invertida es un enfoque pedagógico innovador que invierte el orden tradicional de enseñanza, presentando el contenido teórico fuera del aula y dedicando el tiempo de clase a actividades prácticas. Este estudio explora la futura implementación de la clase invertida en la enseñanza de las prácticas de Microbiología en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Sevilla. En lugar de presentar el contenido teórico en el aula, este se proporciona mediante vídeos educativos en formato de reels de Instagram. Utilizando un diseño cuasi-experimental con un grupo control y un grupo experimental, este estudio anticipa que los estudiantes del grupo experimental demostrarán una mayor comprensión conceptual y habilidades prácticas en comparación con el grupo control. Los vídeos, accesibles a través de la plataforma de enseñanza virtual, cubren aspectos fundamentales de las técnicas de siembra y aislamiento de bacterias, incluyendo demostraciones prácticas y recomendaciones para evitar contaminaciones. Además, se implementará un quiz al inicio de las prácticas para asegurar que los estudiantes han visualizado los vídeos, con la posibilidad de obtener puntos adicionales en el examen final. Esta metodología no solo fomenta el aprendizaje autónomo y la participación activa, sino que también optimiza el tiempo de clase y proporciona acceso continuo a recursos educativos. Los resultados esperados sugieren que la clase invertida podría ser una estrategia efectiva para mejorar tanto el aprendizaje como la experiencia educativa en Microbiología.

Abstract: The flipped classroom is an innovative pedagogical approach that reverses the traditional teaching order by presenting theoretical content outside the classroom and dedicating class time to practical activities. This study explores the future implementation of the flipped classroom in the teaching of Microbiology practices at the Faculty of Pharmacy, University of Seville. Instead of presenting

ting theoretical content in the classroom, it is provided through educational videos in the format of Instagram reels. Utilizing a quasi-experimental design with a control group and an experimental group, this study anticipates that students in the experimental group will demonstrate greater conceptual understanding and practical skills compared to the control group. The videos, accessible through the virtual learning platform, cover fundamental aspects of seeding and bacterial isolation techniques, including practical demonstrations and recommendations to avoid contamination. Additionally, a quiz will be implemented at the beginning of the practical sessions to ensure that students have watched the videos, with the possibility of earning additional points in the final exam. This methodology not only fosters autonomous learning and active participation but also optimizes class time and provides continuous access to educational resources. The expected results suggest that the flipped classroom could be an effective strategy for improving both learning and the educational experience in Microbiology.

Palabras clave: Aprendizaje activo; clase invertida; innovación docente; microbiología; prácticas.

Keywords: Active learning; educational innovation; flipped classroom; microbiology; practicals.

1. Introducción

La educación superior enfrenta el reto constante de adaptarse a las nuevas demandas de la sociedad y del mercado laboral [1]. En este contexto, la clase invertida ha emergido como una metodología innovadora que promete transformar la dinámica tradicional de enseñanza y aprendizaje. Esta metodología invierte el esquema convencional: los estudiantes adquieren los conocimientos teóricos fuera del aula, y las sesiones presenciales se centran en actividades prácticas, resolución de problemas y discusión de conceptos clave [2].

El concepto de clase invertida, también conocido como *flipped classroom*, fue popularizado por Bergmann y Sams en 2012, quienes destacaron sus beneficios para el aprendizaje activo y la personalización de la educación. Según estos autores, la clase invertida permite que los estudiantes se conviertan en los protagonistas de su propio aprendizaje, desarrollando habilidades de autoaprendizaje y pensamiento crítico [3]. Varios estudios han respaldado esta afirmación, demostrando que los estudiantes en entornos de clase invertida tienden a participar más activamente y a desarrollar una comprensión más profunda del material [4].

Asimismo, estudios previos han demostrado que la metodología de clase invertida puede mejorar significativamente los resultados de aprendizaje

en ciencias experimentales. Por ejemplo, Kim et al. (2014) realizaron un estudio en cursos de química donde los estudiantes en clases invertidas obtenían mejores calificaciones y transmitir una mayor satisfacción con el curso [5]. De manera similar, McLaughlin et al. (2014) encontraron que la clase invertida, en cursos de farmacología, aumentaba la participación y la productividad de los estudiantes [6]. Estos estudios sugieren que la clase invertida no solo mejora el rendimiento académico, sino que también incrementa la motivación y la participación activa de los estudiantes [5, 6].

El proyecto de implementación de la clase invertida en la enseñanza de las prácticas de Microbiología en la Facultad de Farmacia surge con el objetivo de mejorar la comprensión y retención de las técnicas de siembra básicas y esenciales en dicha área de conocimiento. Además, busca fomentar el aprendizaje autónomo y activo de los estudiantes, promoviendo una mayor participación y personalización del proceso educativo. La Microbiología es una disciplina que requiere no solo el conocimiento teórico, sino también una sólida comprensión práctica de técnicas de laboratorio y habilidades de observación.

La motivación para este proyecto también se basa en la necesidad de adaptar la educación a las nuevas tecnologías y métodos de enseñanza. Según un informe de la UNESCO (2020), la integración de tecnologías digitales en la educación

es crucial para preparar a los estudiantes para el futuro. La clase invertida utiliza herramientas tecnológicas como vídeos educativos, presentaciones interactivas y plataformas de evaluación en línea, que facilitan el acceso a la información y el aprendizaje a su propio ritmo. Estas tecnologías no solo apoyan la entrega de contenido, sino que también permiten a los instructores monitorear el progreso de los estudiantes y proporcionar retroalimentación inmediata, lo que es esencial para un aprendizaje efectivo.

En resumen, la implementación de la clase invertida en la enseñanza de las prácticas de Microbiología representa una propuesta de innovación educativa que busca mejorar el aprendizaje de los estudiantes mediante el uso de tecnologías digitales y la promoción de un enfoque más activo y participativo. Este proyecto no solo aborda las necesidades actuales de la educación superior, sino que también se alinea con las tendencias globales de modernización y mejora continua en la enseñanza de las ciencias.

2. Metodología y métodos

2.1 Contexto de la asignatura

La asignatura de Microbiología del Grado en Farmacia es una materia obligatoria que se imparte en el segundo curso del grado y cuenta con 6 créditos *European Credit Transfer System* (ECTS). Es una de las asignaturas troncales con mayor peso, ya que la mayoría de los conceptos son nuevos para el alumnado. De estos 6 créditos, 1,5 están dedicados a prácticas de laboratorio, las cuales se realizan durante una semana completa.

Durante la semana de prácticas en el laboratorio, uno de los principales objetivos es que el alumnado aprenda técnicas de siembra y aislamiento de bacterias para obtener cultivos puros. Sembrar o inocular bacterias implica trasladar una muestra o inóculo de bacterias presentes en un medio natural o artificial a otro medio de cultivo estéril y apropiado que permita la multiplicación de estas bacterias. El medio puede ser sólido o líquido, contenido en tubos, matraces o en placas de Petri, lo que influye en el método de siembra.

2.2 Aula invertida como nueva metodología

El aprendizaje de las técnicas de siembra en Microbiología es una parte fundamental en la formación de los estudiantes del grado en Farmacia. Sin embargo, debido al alto número de alumnos, resulta complicado proporcionar explicaciones detalladas de forma individualizada durante las sesiones prácticas. Para abordar esta necesidad, se propone la implementación de la clase invertida como una solución innovadora.

La propuesta de innovación consiste en establecer un modelo de aula invertida para las prácticas de Microbiología. En este modelo, se facilitarán vídeos explicativos en formato de reels de Instagram, que se subirán a la plataforma de enseñanza virtual de la institución. Los reels son vídeos cortos, de hasta 60 segundos, diseñados para ser dinámicos y atractivos, utilizando efectos visuales, transiciones rápidas y música de fondo para captar la atención de los estudiantes.

Estos vídeos incluirán demostraciones detalladas de los diferentes tipos de siembras y técnicas de aislamiento de bacterias. Al alojar estos reels en la enseñanza virtual, los alumnos podrán acceder a ellos en cualquier momento y lugar antes de asistir a las sesiones de laboratorio, lo que les permitirá familiarizarse con los procedimientos y optimizar el tiempo práctico en el aula. A continuación, en la Figura 1, se puede observar la secuencia de actividades y el modelo metodológico propuesto.



Figura 1. Secuencia de actividades y modelo metodológico. T, teoría; IA1, idea del alumno inicial; P, práctica; E, evaluación; IA2, idea del alumno final.

2.2.1 Estructura de los vídeos

En el marco de la implementación del modelo de aula invertida para las prácticas de Microbiología, se desarrollarán una serie de vídeos educativos diseñados para optimizar el aprendizaje práctico de los estudiantes. Estos vídeos estarán estructurados para cubrir los aspectos fundamentales de las técnicas de siembra y aislamiento de bacterias, proporcionando una combinación de teoría y práctica que facilita la comprensión y aplicación de estos métodos en el laboratorio. A continuación, se detalla la estructura de los vídeos:

- Introducción a las técnicas de siembra: se ofrecerá una explicación teórica breve sobre la importancia de las técnicas de siembra y su aplicación en el campo de la Microbiología. Esta sección tiene como objetivo contextualizar el contenido práctico y destacar la relevancia de las técnicas que se van a aprender.
- Demostraciones prácticas: en esta parte, se presentarán instrucciones paso a paso sobre cómo realizar siembras en medios sólidos y líquidos, utilizando tubos, matraces y placas de Petri. Las demostraciones están diseñadas para ser claras y detalladas, facilitando que los estudiantes puedan replicar los procedimientos en sus propias prácticas de laboratorio.
- Consejos y precauciones: se proporcionarán recomendaciones para evitar contaminaciones y asegurar la obtención de cultivos puros. Esta sección es crucial para inculcar buenas prácticas de laboratorio y garantizar la calidad y precisión de los resultados obtenidos por los estudiantes.

Esta estructura está pensada para maximizar el aprovechamiento del tiempo en el laboratorio, permitiendo que los estudiantes lleguen a las sesiones prácticas con una base sólida y una comprensión clara de los procedimientos que van a realizar. A continuación, en la Figura 2 podemos ver la portada de uno de los vídeos.



Figura 2. Diseño propuesto para la portada de un vídeo en formato reels.

Por otro lado, los estudiantes de la asignatura de Microbiología desarrollarán las siguientes competencias:

- Conocimiento y comprensión de las técnicas microbiológicas: los estudiantes obtendrán un profundo conocimiento de las técnicas de siembra y aislamiento de bacterias, incluyendo la preparación de medios de cultivo y la manipulación segura de microorganismos.
- Habilidad práctica en laboratorio: los estudiantes desarrollarán habilidades prácticas esenciales para realizar siembras en diferentes medios de cultivo, manejar correctamente el equipo de laboratorio y seguir procedimientos estandarizados para evitar contaminaciones.
- Capacidad de análisis y resolución de problemas: los estudiantes aprenderán a identificar y resolver problemas comunes en el laboratorio de microbiología, interpretando correctamente los resultados y tomando medidas correctivas adecuadas.
- Desarrollo de competencias digitales: mediante el uso de vídeos en formato reels de Instagram, los estudiantes mejorarán su ca-

pacidad para utilizar herramientas digitales como parte de su aprendizaje, adaptándose a nuevas metodologías de enseñanza.

Esta propuesta no solo moderniza la metodología de enseñanza, sino que también garantiza que los estudiantes adquieran competencias esenciales para su desarrollo profesional en el ámbito de la Microbiología.

2.2.2 Diseño del quiz y su implementación

Para asegurarnos de que el alumnado ha visualizado los vídeos, se realizará un pequeño quiz al inicio del primer día de prácticas. Este quiz consistirá en una serie de ítems diseñados para evaluar la comprensión del contenido presentado en los vídeos.

El quiz estará compuesto por 5 preguntas de opción múltiple y de verdadero o falso. Estas preguntas cubrirán los aspectos clave de los vídeos, tales como los tipos de siembras, las técnicas específicas demostradas, y las precauciones necesarias para evitar contaminaciones.

Los resultados del quiz serán utilizados para evaluar el nivel de preparación de los estudiantes. Según los resultados obtenidos, se podrá añadir hasta 1 punto adicional en el examen del viernes, que es el último día de prácticas. Este sistema está diseñado para incentivar la visualización de los vídeos y asegurar que los estudiantes lleguen bien preparados a las prácticas. Tras completar el quiz, se proporcionará feedback inmediato a los estudiantes, destacando cuáles fueron las respuestas correctas e incorrectas. Esto les permitirá aclarar cualquier malentendido y reforzar su comprensión antes de las prácticas.

Implementar este sistema no solo incentivará a los estudiantes a visualizar los vídeos, sino que también promoverá un ambiente de aprendizaje activo y participativo, asegurando que lleguen a las prácticas con el conocimiento necesario para aprovechar al máximo el tiempo en el laboratorio.

2.3 Implementación en los grupos de prácticas

La propuesta de innovación docente está prevista que sea implementada en el siguiente curso

académico 2024-2025. Para ello se utilizará un diseño cuasi-experimental con dos grupos de prácticas diferentes, un grupo experimental (clase invertida) y un grupo control (método tradicional). Ambos grupos de prácticas serán impartidos por el mismo profesor, asegurando así la consistencia en la enseñanza y la evaluación. Al no haber implementado esta nueva metodología en el proyecto docente de la asignatura, el sistema de incentivo con el quiz será implementado en el siguiente curso para que todos los grupos de prácticas tengan las mismas oportunidades.

Tabla 1. Encuesta de satisfacción del aula invertida. Evaluación de la metodología mediante escala Likert de 5 opciones.

 Muy insatisfecho

 Insatisfecho

 Indiferente

 Satisfecho

 Muy satisfecho

Claridad y calidad de los vídeos educativos				
☐ 	☐ 	☐ 	☐ 	☐ 
Utilidad de los vídeos para las prácticas de laboratorio				
☐ 	☐ 	☐ 	☐ 	☐ 
Satisfacción con el formato de aula invertida				
☐ 	☐ 	☐ 	☐ 	☐ 
Percepción sobre la mejora en la comprensión de las técnicas microbiológicas				
☐ 	☐ 	☐ 	☐ 	☐ 
Impacto del quiz en la motivación para visualizar los vídeos				
☐ 	☐ 	☐ 	☐ 	☐ 

Por otro lado, para evaluar la efectividad de la implementación de la clase invertida, se recogerán datos a través de:

- Comparación de las notas de ambos grupos: para medir la comprensión conceptual

y las habilidades prácticas de una metodología u otra.

- Observación directa en el laboratorio: para evaluar el desempeño y la aplicación de las técnicas de siembra por parte de los estudiantes.
- Encuestas de satisfacción: para obtener retroalimentación sobre la percepción de los estudiantes respecto a la nueva metodología utilizada. Estas encuestas utilizarán la escala Likert de 5 opciones y cubrirán los aspectos que aparecen en la Tabla 1.

3.. Resultados esperables

3.1 Beneficios del enfoque invertido

La visualización previa de estos vídeos permitirá a los estudiantes llegar a las sesiones prácticas con un conocimiento básico de las técnicas a aplicar, lo que facilitará un enfoque más práctico durante el tiempo de laboratorio. Esta metodología tiene múltiples beneficios:

- Optimización del tiempo de clase: al reducir el tiempo dedicado a explicaciones individualizadas, se podrá dedicar más tiempo a la práctica efectiva y a la resolución de dudas específicas.
- Aprendizaje autónomo: fomenta la responsabilidad y el autoaprendizaje, permitiendo que los estudiantes revisen los vídeos cuantas veces necesiten.
- Mayor interacción y participación: con una base teórica ya adquirida, los estudiantes estarán más preparados para participar activamente en las actividades prácticas y en discusiones en clase.

- Acceso continuo a recursos: los vídeos estarán disponibles en una plataforma educativa en línea, permitiendo a los estudiantes revisar el material en cualquier momento y lugar.

3.2 Evaluación de la implementación

Los resultados esperados, basados en estudios previos, indican que los estudiantes en el grupo experimental mostrarán una mayor comprensión conceptual y habilidades prácticas en comparación con el grupo de control. Estas conclusiones sugerirán que la clase invertida podría ser una estrategia efectiva para la enseñanza de Microbiología, mejorando tanto el aprendizaje como la experiencia educativa de los estudiantes.

En esa casuística, la implementación del aula invertida será propuesta para futuros cursos académicos, para que pueda ser implementada en todos los grupos de prácticas de la asignatura de Microbiología.

4. Cronograma

El cronograma del presente proyecto está diseñado para abarcar un periodo de 12 semanas, con diversas actividades distribuidas a lo largo del tiempo para asegurar una implementación y evaluación efectivas de la metodología de clase invertida. De este modo, asegura que cada fase del proyecto se ejecute de manera ordenada y eficiente, facilitando una transición suave entre las distintas etapas y permitiendo una evaluación continua y detallada de la metodología aplicada. A continuación, se presenta el cronograma propuesto en la Tabla 2 con las diferentes actividades planificadas.

Tabla 2. Cronograma de consecución de actividades.

Actividades / Días	Enero				Febrero				Marzo				Abril			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividad 1. Preparación de vídeos educativos																
Actividad 2. Distribución de materiales a los estudiantes																
Actividad 3. Implementación de la clase invertida																
Actividad 4. Evaluación inicial (quizlet)																
Actividad 5. Sesiones prácticas en el laboratorio																
Actividad 6. Evaluación final (examen)																
Actividad 7. Recolección y análisis de datos																
Actividad 8. Divulgación de los resultados																

5. Perspectivas futuras

Las perspectivas futuras del proyecto de implementación de la clase invertida en la enseñanza de prácticas de Microbiología son prometedoras. Se contempla la posibilidad de ampliar esta metodología a otras asignaturas del área de Microbiología en el plan de estudios de la Facultad de Farmacia del departamento de Microbiología y Parasitología, especialmente aquellas con componentes prácticos significativos. Además, se prevé el desarrollo de materiales complementarios, tales como cuestionarios interactivos, simulaciones virtuales y estudios de caso, que enriquecerán el proceso de aprendizaje y complementarán los vídeos explicativos.

La investigación continua es otra dirección futura importante, con estudios longitudinales destinados a evaluar el impacto a largo plazo de la clase invertida en el rendimiento académico y en el desarrollo de habilidades prácticas y conceptuales de

los estudiantes. Se implementará un sistema de retroalimentación continua para recoger las opiniones y sugerencias de los estudiantes y profesores, utilizando esta información para mejorar continuamente la metodología y los materiales de enseñanza.

Asimismo, se fomentará la colaboración interdisciplinaria con otros departamentos e instituciones educativas para compartir experiencias, recursos y mejores prácticas en la implementación de la clase invertida. Esta colaboración permitirá enriquecer el proyecto con diversas perspectivas y conocimientos, contribuyendo a su éxito y expansión futura.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el IV Plan Propio de Docencia de la Universidad de Sevilla.

Conflicto de intereses

No hay conflictos que declarar.

Referencias bibliográficas

1. García-Carpintero E, Siles J, Martínez ME, Martínez E, González S, Pulido R. El estudiante como protagonista de su aprendizaje: la necesidad del uso del portafolio en enfermería dentro del contexto de educación superior. *Index Enferm.* 2015;24(1-2):93-7. doi: 10.4321/S1132-12962015000100021.
2. Talbert R, Bergmann J. *Flipped learning: A guide for higher education faculty*. 1º ed. New York: Routledge; 2017. 264 p.
3. Bergmann J, Sams A. *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. 1º ed. Estados Unidos de América: International Society for Technology in Education; 2012. 120 p.
4. Bishop JL, Verleger MA. The flipped classroom: A survey of the research. En: Libro de comunicaciones del 12th American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition; 23-26 junio 2013; Atlanta, Estados Unidos. 18 p.
5. Kim MK, Kim SM, Khera O, Getman J. The experience of three flipped classrooms in an urban university: An exploration of design principles. *Internet High Educ.* 2014;22:37-50. doi: 10.1016/j.iheduc.2014.04.003.
6. McLaughlin JE, Roth MT, Glatt DM, Gharkholonarehe N, Davidson CA, Griffin LM, Mumper RJ. The flipped classroom: a course redesign to foster learning and engagement in a health professions school. *Acad Med.* 2014;89(2):236-243. doi: 10.1097/ACM.0000000000000086.
7. UNESCO. Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action. 2020. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373717>.

Este trabajo debe ser citado como:

González-Rovira, M, Ruiz-Carnicer, A, Sánchez, M. Implementación de la clase invertida en la enseñanza de Microbiología: una propuesta de innovación educativa. *Rev Esp Cien Farm.* 2024;5(1):158-165.

rescifar