



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2024/2025

Nº de proyecto 217

Explorando el Interior del Cuerpo: Transformando la Enseñanza de
Anatomía humana mediante el programa interactivo Complete Anatomy
en el Grado de Farmacia

Responsable del Proyecto:
Verónica Azcutia Criado

Facultad de Farmacia

Departamento:
Fisiología

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El presente proyecto de innovación docente (PID) tiene como objetivo principal incentivar el estudio constante y la comprensión de Anatomía como base para el aprendizaje posterior de fisiología humana. Se pretende alcanzar este objetivo mediante el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), y en concreto mediante la implementación del programa de anatomía en 3D Complete Anatomy 2024 en la asignatura de Bases Anatómicas y Fisiología II (BANYFIS II) dirigida a alumnos de segundo curso del Grado en Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), en combinación con un cuestionario de autoevaluación utilizando la herramienta H5P del campus virtual de la Universidad Complutense de Madrid.

Este objetivo principal se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

1. Integrar tecnología educativa en las aulas: se pretende implementar el programa 3D Complete Anatomy 2024 como herramienta de apoyo en las clases teóricas de la asignatura BANYFIS II, así como fomentar el uso activo de las TIC disponibles en el campus virtual de la UCM.

2. Promover el estudio autónomo y continuado. La inclusión del programa 3D Complete Anatomy 2024 en la enseñanza de la anatomía no solo busca transmitir conocimientos sino también fomentar la implicación activa del alumnado y la asimilación de competencias de aprendizaje conforme a los principios del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). A través de las actividades planteadas por los profesores en cada bloque temático se pretende promover el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, y el aprendizaje duradero, autónomo y colaborativo.

3. Estimular el compromiso y la participación del estudiantado. Mediante este PID se trata de fomentar la participación activa de los estudiantes en las clases de BANYFIS II mediante el uso de herramientas interactivas y material didáctico multimedia. El objetivo es incrementar su interés y su motivación ofreciendo una experiencia de aprendizaje más dinámica e inmersiva a través de 3D Complete Anatomy 2024.

4. Mejorar la comprensión anatómica: La integración del software 3D Complete Anatomy 2024 en la asignatura BANYFIS II tiene como objetivo facilitar una comprensión más profunda de la anatomía humana a través de modelos interactivos y visualizaciones tridimensionales. Se busca consolidar los conocimientos de las estructuras anatómicas clave y sus relaciones para una posterior comprensión de la fisiología de los sistemas u órganos de los que forma parte.

5. Desarrollar competencias digitales y profesionales: La implementación de 3D Complete Anatomy 2024 no solo pretende capacitar a los estudiantes en el uso efectivo de herramientas digitales especializadas, preparándolos para futuras aplicaciones en el ámbito profesional de la farmacia, sino que también busca potenciar las capacidades del profesorado en el uso de dichas herramientas digitales para la enseñanza. El personal docente adquirirá competencias en la integración efectiva del programa en el plan de estudios, así como en la creación de contenido educativo interactivo y la evaluación del progreso del estudiante mediante el uso de TIC disponibles en el Campus Virtual de la UCM.

6. Evaluar la eficacia de la inclusión del programa 3D Complete Anatomy 2024 y las TIC: La evaluación de la eficacia de la inclusión de estas herramientas se llevará a cabo mediante el análisis de los datos recopilados a través de los cuestionarios de

autoevaluación y de encuestas de satisfacción, con el fin de optimizar su integración en el plan de estudios y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

2. Objetivos alcanzados

Durante el desarrollo del presente proyecto de innovación docente, se han alcanzado diversos objetivos orientados a modernizar y enriquecer la enseñanza de la Anatomía y Fisiología a través de metodologías activas y herramientas tecnológicas avanzadas.

Ya en el curso anterior se incorporó la plataforma 3D Complete Anatomy (CA) en las prácticas de la asignatura BANYFIS I, lo que permitió iniciar la transición hacia un modelo docente más interactivo y centrado en el estudiante con el apoyo de herramientas digitales. Este curso, el objetivo era ampliar su uso a las clases teóricas, consolidando así una metodología mixta fundamentada en el modelo de aula invertida y el aprendizaje autónomo y continuado.

Sin embargo, uno de los principales desafíos encontrados ha sido la suspensión temporal de la licencia de la plataforma CA, lo que impidió el uso continuado de muchos de los materiales didácticos previamente desarrollados por el profesorado. A pesar de su posterior reinstauración, parte del contenido cuidadosamente preparado ya no era reutilizable tal como se había planificado debido al avance del curso, lo que ha requerido un rediseño parcial de las actividades previstas.

Previamente al inicio del proyecto, el equipo de trabajo mantuvo reuniones de coordinación y debate para analizar distintas herramientas digitales y su integración en las clases e BANYFIS II. Una parte sustancial del trabajo se ha centrado en la elaboración de materiales docentes, tanto para implementar el programa CA como para evaluar el impacto del uso de TIC en la dinámica de las clases. Estos materiales incluyen presentaciones, recursos online, y encuestas de satisfacción.

Cabe destacar que la experiencia sigue en desarrollo, ya que algunas de las tareas se han ejecutado solo parcialmente y están en fase de finalización. Este proceso ha incluido la revisión continua de los materiales y estrategias implementadas, incorporando aportaciones tanto del equipo docente como del propio alumnado.

Los resultados preliminares de las encuestas realizadas mostraron una alta aceptación de esta nueva herramienta pedagógica por parte del estudiantado, que ya había utilizado dicho programa en las prácticas de BANYFIS I. El uso de herramientas interactivas como CA ha demostrado fomentar el interés, la motivación y el pensamiento crítico del alumnado, además de contribuir al desarrollo de competencias académicas, clínicas, tecnológicas y profesionales relevantes para su futura práctica en el ámbito sanitario.

Los resultados preliminares obtenidos han sido enviados y aceptados en el Congreso de innovación docente EDULEARN 2025. Los resultados relativos al diseño, objetivos y expectativas de la adaptación del CA en la asignatura de BANYFIS II, serán presentados mediante comunicación oral en el 17th anual International Conference of Education and New Learning Technologies, entre los días 30 de junio y 2 de julio de 2025. Las comunicaciones aceptadas y presentadas en este congreso son posteriormente publicadas como Proceedings y se publicarán en formato digital, lo que permitirá a todos los autores inscritos acceder online a EDULEARN25 proceedings (ISBN: 978-84-09-

74218-9 e ISSN: 2340-1117). Se muestra el resumen y artículo enviado a dicho congreso en el Anexo de esta Memoria.

3. Metodología empleada en el proyecto

Este estudio, ubicado en el marco de la asignatura BANYFIS II que se imparte en segundo curso del Grado en Farmacia de la UCM, tiene un enfoque metodológico mixto, combinando metodologías cuantitativas y cualitativas con el fin de obtener una evaluación integral de la intervención. El diseño del estudio incluye evaluaciones antes y después de la intervención, tareas prácticas estructuradas, encuestas de percepción y grupos focales de discusión.

Los participantes son estudiantes de segundo curso del Grado en Farmacia matriculados en la asignatura BANYFIS II durante el tercer y cuarto semestre del programa. La participación en el estudio es voluntaria, y todos los estudiantes han sido informados de los objetivos y procedimientos del mismo.

3.1 Diseño, estrategia de integración y presentación a los alumnos: La integración de la plataforma CA está alineado estratégicamente con el plan de estudios actual de la asignatura. El temario abarca los siguientes bloques temáticos:

1. Sistema Nervioso.
2. Sistema Endocrino.
3. Sistema Digestivo.
4. Sistema Reproductor.
5. Integración y Adaptación del Organismo.

Se estableció un calendario de trabajo y se distribuyeron las tareas entre los miembros del equipo, teniendo en cuenta las competencias y disponibilidad de cada uno. Primero se elaboraron las rúbricas de evaluación, específicas para valorar tanto el desempeño práctico como la participación y comprensión del alumnado en las actividades vinculadas al uso de la plataforma CA.

Se elaboraron materiales explicativos con instrucciones claras y detalladas para la descarga, instalación y uso de la plataforma *Complete Anatomy 2024*, que fueron compartidos con los estudiantes al inicio del curso. En este punto se les informó de la licencia institucional que posee la UCM y del código para que los estudiantes tuvieran pleno acceso a la plataforma. Al comienzo del curso se explicó al alumnado el objetivo del proyecto, la dinámica de trabajo durante el curso y la forma en la que se integraría el uso de la herramienta CA en las clases.

3.2 Preparación antes de clase y aplicación: Antes de cada bloque, el alumnado tendrá acceso a modelos 3D seleccionados, videotutoriales y módulos interactivos a través de la plataforma CA. Estos recursos están diseñados para introducir las estructuras anatómicas clave y los conceptos fisiológicos que se explorarán en mayor profundidad durante las clases. Este enfoque de aula invertida tiene como objetivo ayudar a los estudiantes a construir una base sólida de conocimientos antes de participar en un aprendizaje más profundo.

3.3 Instrumentos de evaluación: Para evaluar la eficacia de la intervención, se utilizarán los siguientes instrumentos de evaluación: Pruebas de conocimientos; Tareas prácticas de desempeño; Encuestas de percepción del alumnado; Grupos focales de discusión.

4. Recursos humanos

Descripción de los miembros del proyecto: El grado de consecución de los objetivos alcanzados ha sido posible dada la amplia experiencia docente y de gestión del profesorado de la Sección Departamental de Fisiología que forman parte de este PID.

La Dra. Verónica Azcutia Criado, Profesora Ayudante Doctora, es el responsable de este PID y ha llevado a cabo las tareas de coordinación y organización de las distintas etapas del Proyecto. Ha participado previamente en proyectos de innovación docentes relacionados con el área de conocimiento y en la elaboración de material docente.

El equipo docente está conformado por 20 profesores de la UCM (CU, TU, PCD, PPL, PAD y Asociados). La mayor parte del profesorado que forma parte de este PID imparte la asignatura de BANYFIS II en el Grado en Farmacia y tiene una amplia experiencia en la participación e implementación de proyectos de innovación docente. Además, este Proyecto ha tenido un carácter interdepartamental e interfacultativo, ya que también hemos contado con la participación del profesor Dr. Joaquín Merino PAD del Departamento de Farmacología, Farmacognosia y Botánica y la Dra. Ana Sofía Fernandes Ribeiro, PAD del Departamento de Enfermería de la Facultad de Enfermería, Fisioterapia y Podología, con una sólida experiencia en docencia. En el equipo además participan un profesor ayudante, 3 investigadores predoctorales en formación y 2 técnicos de laboratorio.

Los profesores de Fisiología el Dr. Ángel Agis y Dra. M^a Paz Recio Visedo, Titulares Universitarios (TU) han coordinado las actividades de la Fase 1 junto con la Dra. Natalia Pascual Gómez y Belén Colino Galian, Profesoras Asociadas del Departamento. Los profesores de Fisiología, la Dra. Belén Climent Florez (TU), el Dr. Vitor S. Leite Fernandes (PPL), el Dr. Jorge Navarro Dorado (PAD) y la Dra. Ana Sofía Fernandes Ribeiro (PAD del Departamento de Enfermería), han coordinado las actividades relacionadas con la Fase 2. La responsable de la Fase 3, Dra. Cristina Contreras (PCD), así como las coordinadoras, la Dra. Ana Sánchez (TU) y la Dra. Mercedes Muñoz Picos (PAD) tienen una dilatada experiencia en la realización de actividades de innovación docente. Todos ellos tienen dilatada experiencia en la realización de actividades de innovación docente, habiendo participado en varios proyectos de innovación docente, y en alguna ocasión como responsables del PIMCD.

La responsable del proyecto junto con la ayuda de la Dra. M^a Elvira López-Oliva (TU) y el Dr. José Joaquín Merino (PPL del Departamento de Farmacología), han coordinado las actividades relacionadas con la Fase 4. Ambos coordinadores tienen dilatada experiencia en la realización de actividades de innovación docente y elaboración de material docente, habiendo participado/coordinado varios proyectos de innovación docente. La Dra. Sara Benedito, Catedrática de Fisiología junto con la responsable del proyecto, han coordinado las actividades de la Fase 5.

También destacamos la importante contribución de los recién doctorados Dra. Marina Hernández Martín y Dr. Alfonso Gómez del Val (doctorados en el transcurso de este año) y las estudiantes de doctorado Lucía Olmos Ambel y Mariam Mohamed Mirón para la incorporación de nuestros jóvenes doctorandos en puestos de organización y gestión como parte de su formación académica.

Igualmente destacamos la valiosa colaboración del Personal de Administración y Servicios de la SD de Fisiología, D. Manuel Perales y D. Francisco Puente, que asistieron con la preparación de las aulas, los equipos informáticos necesarios para el desarrollo del proyecto y la organización del material.

5. Desarrollo de las actividades

FASE 1. Diseño, Planificación y Presentación a los alumnos (septiembre de 2023)

1.1. Organización del proyecto: establecimiento del calendario y distribución de las tareas entre los miembros del equipo.

1.2. Elaboración de las rúbricas de evaluación.

1.3. Creación y difusión de instrucciones para la descarga, instalación y uso de Complete Anatomy 2024.

1.4. Presentación a los alumnos, al inicio del curso, del programa y la dinámica de desarrollo de este PID durante el curso.

Seguimiento de la Fase 1: la responsable y los coordinadores realizarán reuniones con los miembros del proyecto para organizar y coordinar las tareas implicadas en esta fase, y para que la distribución del material esté completa antes del inicio de la fase 2.

FASE 2. Organización y Desarrollo del material del 1er cuatrimestre (septiembre-diciembre de 2024)

2.1. Reunión con los miembros del proyecto para distribuir y coordinar las tareas implicadas en las fases 2 y 3.

2.2. Preparación del material interactivo a proporcionar a los alumnos antes de cada bloque temático del primer cuatrimestre.

2.3. Preparación del material para autoevaluación a proporcionar después de cada bloque temático impartido en el primer cuatrimestre.

Seguimiento de la Fase 2: se llevarán a cabo reuniones coordinadas por el responsable con todos los miembros del equipo con el objetivo de asegurar que el material esté completos antes del inicio de cada bloque temático. Además, en estas reuniones se evaluará el desarrollo de esta fase, identificando y abordando cualquier dificultad que pueda surgir, como posibles fallos informáticos. Al concluir la fase, se evaluará si la coordinación, los objetivos y los plazos establecidos se han cumplido adecuadamente, con el fin de afinar la planificación de la fase 3 antes de su inicio.

FASE 3. Desarrollo del material del 2º cuatrimestre (enero a abril de 2025)

3.1. Reunión con los miembros del proyecto para coordinar las tareas implicadas en las fases 3 y ajustar, si fuera necesario, plazos establecidos previamente en la fase 2.1.

3.2. Preparación del material interactivo a proporcionar a los alumnos antes de cada bloque temático del segundo cuatrimestre, así como del material para autoevaluación a proporcionar después de cada bloque temático.

3.3. Preparación y presentación de las encuestas de satisfacción a los alumnos al final del curso.

Seguimiento de la Fase 3: el responsable y los coordinadores supervisarán la adecuada entrega del material preparado para los alumnos. Además, serán responsables de la entrega de las encuestas de satisfacción.

FASE 4. Evaluación y Caracterización (abril y mayo de 2025)

4.1. Aplicación de las rúbricas de evaluación.

4.2. Cumplimentación de la rúbrica de evaluación por el profesor.

4.3. Aplicación de las encuestas de satisfacción.

4.4. Recopilación de los datos obtenidos en las rúbricas de evaluación y encuestas de satisfacción.

4.5. Análisis estadístico de los resultados obtenidos.

Seguimiento de la Fase 4: la responsable coordinará las reuniones pertinentes para recopilar los resultados de las evaluaciones y encuestas de satisfacción, realizar el análisis estadístico y elaborar conclusiones sobre la eficacia del PID.

FASE 5. Elaboración de planes de mejora y difusión de resultados (mayo y junio de 2025)

5.1. Identificación y resolución de dificultades: se realizarán acciones concretas para abordar y resolver las dificultades encontradas durante el desarrollo del PID.

5.2. Elaboración de recomendaciones de mejora para y por parte de los alumnos y profesores.

5.3. Presentación de resultados obtenidos ante el cuerpo docente de los Departamentos participantes.

5.4. Participación en Congresos: los resultados serán presentados en formato de comunicación oral y/o póster en congresos tanto nacionales como internacionales.

5.5. Publicación en revistas especializadas en el ámbito educativo para una mayor difusión y alcance.

5.6. Elaboración de la memoria final que recopile de manera exhaustiva todas las actividades realizadas, los resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas durante el proyecto.

Seguimiento de la Fase 5: la responsable y los coordinadores recopilarán los planes de mejora y los resultados en un cuaderno detallado. Dichos datos serán presentados al Departamento y finalmente, se procederá a la elaboración de la memoria final del proyecto.

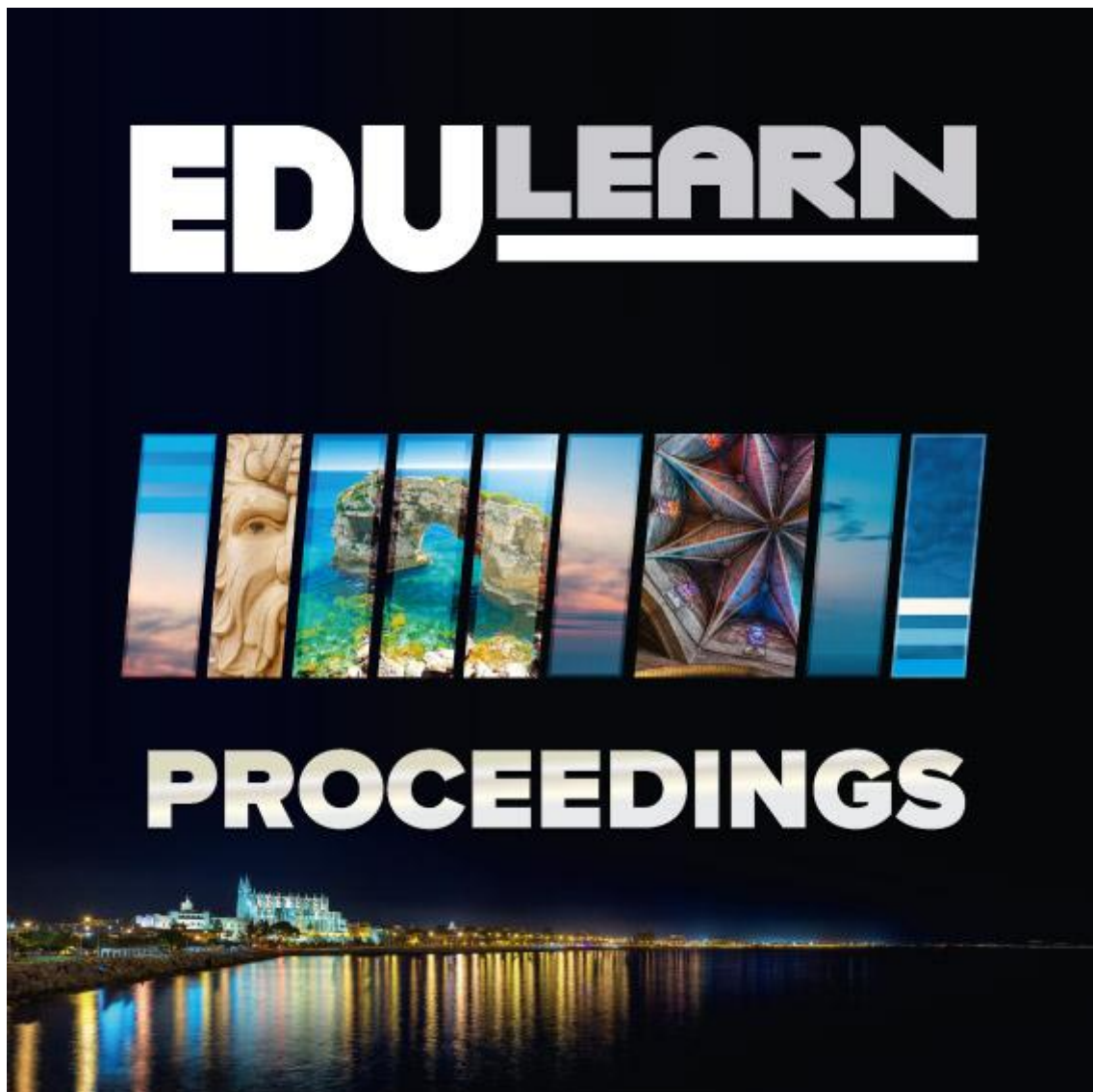
6. Anexos

PUBLICACIÓN 1

INTEGRATING ANATOMY AND PHYSIOLOGY WITH COMPLETE ANATOMY 3D SOFTWARE.

M.E. López-Oliva¹, J. Navarro-Dorado¹, M. Hernández-Martín¹, M. Muñoz-Picos¹, C. Rodríguez-Prados¹, A. Sánchez-Pina¹, A.S. Fernandes², C. Contreras¹, V.S. Leite¹, B. Climent¹, P. Recio¹, A. Agis-Torres¹, L. Olmos-Ambel¹, M. Mohamed-Mirón¹, A. Gómez Del Val¹, N.F. Pascual¹, B. Colino¹, J.J. Merino³, R. Raposo¹, S. Benedito¹, L. Rivera¹, D. Prieto¹, M. Hernández¹, V. Azcutia¹.

EDULEARN25, Palma de Mallorca, Spain. 30 de junio a 2 de julio



Title: EDULEARN25 Proceedings

ISBN: 978-84-09-74218-9

ISSN: 2340-1117

Format: Electronic Conference Proceedings

doi: 10.21125/edulearn.2025

INTEGRATING ANATOMY AND PHYSIOLOGY WITH COMPLETE ANATOMY 3D SOFTWARE

M.E. López-Oliva¹, J. Navarro-Dorado¹, M. Hernández-Martín¹, M. Muñoz-Picos¹, C. Rodríguez-Prados¹, A. Sánchez-Pina¹, A.S. Fernandes², C. Contreras¹, V.S. Leite¹, B. Climent¹, P. Recio¹, A. Agis-Torres¹, L. Olmos-Ambel¹, M. Mohamed-Mirón¹, A. Gómez Del Val¹, N.F. Pascual¹, B. Colino¹, J.J. Merino³, R. Raposo¹, S. Benedito¹, L. Rivera¹, D. Prieto¹, M. Hernández¹, V. Azcutia¹

¹*Department of Physiology. Faculty of Pharmacy. Universidad Complutense de Madrid (SPAIN)*

²*Department of Nursing. Faculty of Nursing, Physiotherapy, and Podiatry. Universidad Complutense de Madrid (SPAIN)*

³*Department of Pharmacology, Pharmacognosy and Botany. Pharmacy Faculty. Universidad Complutense de Madrid (SPAIN)*

Abstract

In the Pharmacy degree curriculum at the Complutense University of Madrid (UCM), integrating the disciplines of anatomy and physiology poses a significant pedagogical challenge. A profound understanding of human anatomy is essential for comprehending physiological processes, thereby increasing the complexity of learning. The courses “*Anatomical Foundations and Physiology of the Human Body (BANYFIS) I and II*” at UCM are central to this foundational knowledge, providing students with an in-depth exploration of the structure and function of body systems. These courses offer a robust foundation for understanding the relationship between anatomical structures and physiological functions, which is vital for pharmacy students, as this knowledge forms the basis for understanding pathophysiology and pharmacological mechanisms. However, the vast scope of the syllabus, along with the introduction of numerous new concepts, demands continuous engagement from students to achieve a deep and lasting comprehension. In response to these challenges, digital tools have increasingly been developed to process anatomical images obtained from various sources throughout the last decades. Among these tools, Complete Anatomy 3D (CA) platform offers an interactive and immersive learning experience through high-resolution 3D models of the human body, allowing students to visualize anatomical structures from multiple angles. The CA platform, though primarily designed for medical education, offers immense potential for enhancing pharmacy education. This work presents the design, implementation, and evaluation of practical lessons in BANYFIS II course using the CA platform. The aim is to enhance student engagement and promote the integration of anatomical and physiological concepts. By offering students the ability to explore detailed 3D representations of anatomical systems from multiple perspectives -in ways that traditional methods cannot provide- CA can effectively bridge the gap between anatomy and physiology, facilitating a more comprehensive understanding of how physiological processes function and how they are impacted by pharmacological interventions. The integration of CA fosters active learning, emphasizes student engagement, and supports the practical application of theoretical knowledge. Through its interactive features, students can explore anatomical structures and their functional relationships, thereby deepening their understanding of the body’s systems. This type of engagement aligns with the increasing emphasis on digital tools in higher education, fostering digital literacy and preparing students for the evolving landscape of modern healthcare. In conclusion, integrating CA into the Pharmacy degree curriculum presents a forward-thinking approach to teaching anatomy and physiology. The platform’s interactive 3D models and simulation capabilities enhance students’ understanding of the anatomical and physiological foundations of pharmacology. Case-based learning could also be enhanced, allowing students to visualize relevant anatomical details in real-life patient

scenarios. By providing a more dynamic, hands-on learning experience, this integration not only strengthens theoretical knowledge but also equips students with the skills to apply this knowledge in clinical practice, preparing them for their future roles as healthcare professionals.

Complete Anatomy app; Active Learning; Innovation and Communication Technologies (ICTs); Anatomy and Physiology Learning, Pharmacy Degree.

1. INTRODUCTION

In the context of pharmacy education, anatomy and physiology are fundamental disciplines that form the basis for understanding pathophysiological mechanisms, therapeutic targets, drug actions, adverse effects, and patient-specific clinical considerations [1]. Teaching in Pharmacy degree programs can be significantly enhanced by embedding anatomical and physiological content within clinical scenarios, a pedagogical approach known as integrated teaching [2]. At the Complutense University of Madrid (UCM), students study these disciplines during the second, third, and fourth semesters of the Pharmacy degree through the courses *Anatomical Foundations and Physiology of the Human Body (BANYFIS) I and II*. These courses serve as a structural and functional gateway to more advanced studies in pathophysiology, pharmacology, pharmacokinetics, and pharmacodynamics. However, integrating anatomical structures with physiological mechanisms poses a significant cognitive challenge. Students are required not only to memorize isolated anatomical components but also to understand how these components interact in a complex and interconnected biological system. For many pharmacy students, who typically approach healthcare from a molecular and pharmacological perspective, this shift toward systems-level biological thinking can be difficult. The educational challenge is further compounded by the large volume of new terminology, the abstract nature of internal processes, and the need to relate structure to function across multiple systems simultaneously [3].

In response to these challenges, digital technologies have increasingly been adopted to enhance teaching and learning in biomedical sciences. Virtual anatomy applications, augmented reality, and 3D simulations have emerged as viable alternatives and complements to traditional teaching methods. Among these, Complete Anatomy 3D (CA) platform stands out for its high-resolution, interactive 3D models and broad system coverage. Azer and Azer [4] demonstrated that 3D visualizations help students understand anatomical complexity by allowing the manipulation of structures from multiple angles and perspectives. This approach promotes the development of mental models essential for understanding spatial relationships. Similarly, Cai et al. [5] found that students using virtual anatomy tools performed better on practical exams and demonstrated improved knowledge retention compared to their peers who relied solely on textbook-based study.

The integration of anatomy and physiology through the CA software represents a transformative approach to teaching fundamental biomedical sciences. Traditional instructional methods, while valuable, often fall short in fully engaging students or adequately conveying the spatial and functional complexities of the human body. This is especially true in curricula where cadaveric dissection is not feasible, leaving a gap in experiential learning. CA, developed by 3D4Medical [6] [7], addresses these limitations through high-resolution, interactive 3D anatomical models that allow students to manipulate structures, simulate physiological processes, and visualize drug interactions within a dynamic and clinically relevant context. Although originally designed for medical education, CA offers tremendous potential in pharmacy education by providing an interactive and immersive approach to understanding the human body [8]. This pedagogical innovation promotes the development of essential competencies in pharmacy education, allowing students to grasp complex biomedical concepts with

greater clarity and retention [9] [10]. Therefore, our goal is to integrate CA into the teaching of anatomy and physiology in the BANYFIS I and II courses within the Pharmacy degree at the UCM. In a previous pilot study, the implementation of the CA platform during the practical sessions of BANYFIS I course led to high levels of student satisfaction and significant improvements across various learning areas [10]. More than 70% of students reported being satisfied or completely satisfied with the course, and 75% positively evaluated the use of CA as an educational tool. The custom-designed modules, particularly those focusing on the skeletal, muscular, and renal systems, were rated as comprehensive and useful by over 89% of participants. Students also reported a greater understanding of the practical content (82.4%), improved ability to analyze and synthesize information (82.3%) and indicated increased motivation during practical sessions (70.6%). Importantly, the platform also had a significant impact on promoting independent learning (83.3%), although its contribution to fostering teamwork was more moderate (36.6%). These findings align with previous studies demonstrating that 3D visualization tools enhance knowledge retention, foster deeper spatial understanding, and promote student-centered active learning in health sciences education [11]. Building on the positive outcomes observed in BANYFIS I, we now aim to extend the use of CA to the practical sessions of the BANYFIS II course, which cover additional complex physiological systems. This initiative seeks to further enhance student understanding, develop clinical reasoning skills, lay the foundation of knowledge necessary for future coursework in pathophysiology and pharmacology. By specifically addressing previously identified limitations related to collaborative learning, this new implementation aims to refine instructional design and further foster student engagement through a technology-based, experiential learning model.

2. METHODOLOGY

This study will be conducted within the framework of the BANYFIS II course, offered during the second year of the Pharmacy degree at the UCM. The primary aim is to evaluate the impact of integrating the CA platform into the course's practical component, focusing on student performance, engagement, and understanding of anatomical and physiological systems relevant to pharmaceutical sciences. A mixed-methods approach will be employed, combining both quantitative and qualitative methodologies to obtain a comprehensive evaluation of the intervention [9]. The study design will include pre- and post-intervention assessments, structured practical tasks, perception surveys, and focus group discussions.

2.1 Participants

Participants will be second-year Pharmacy students enrolled in the BANYFIS II course during third and fourth semesters of the degree program. Participation in the study will be voluntary, and all students will be informed of the study's objectives and procedures.

2.2 Design and Integration Strategy

The integration of the CA platform will be strategically aligned with the existing course curriculum. It will be incorporated into two-week practical sessions (45 hours, 2 ECTS), each focused on one of the major physiological systems: cardiovascular, muscular, endocrine, digestive, reproductive, and nervous systems. The implementation will follow a three-phase instructional model (Figure 1):

2.2.1 Pre-class Preparation

Students will be given access to selected 3D models, video tutorials, and interactive modules via the CA platform prior to each class. These resources will be curated to introduce key anatomical structures and physiological concepts that will be further

explored during the practical sessions. This flipped-classroom approach is intended to help students to build foundational knowledge before engaging in deeper learning.

2.2.2 *In-class Application*

During the laboratory sessions, students will work in small groups (2-4 students) using tablets or personal devices loaded with the CA platform. Under instructor guidance, students will manipulate 3D anatomical models, explore physiological simulations, and engage in case-based exercises linking anatomy to real-world clinical scenarios. The instructor will prompt students to analyze spatial relationships, simulate system functions, and consider pharmacological implications.

2.2.3 *Post-class Reinforcement*

Following each session, students will complete quizzes and short reflection exercises designed to consolidate their learning. These tasks will focus on applying knowledge to clinical contexts, such as identifying anatomical causes of disease symptoms or explaining how drug mechanisms relate to physiological targets.

Three Instructional Phases Using CA 3D Technology

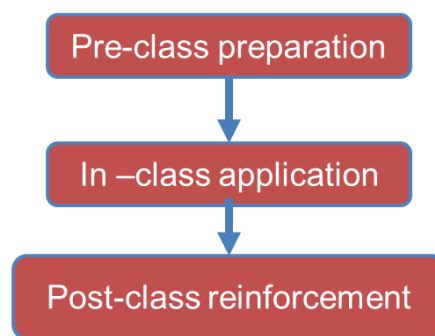


Figure 1: Three-Phase Instructional Model for integrating the Complete Anatomy 3D (CA) platform into practical sessions.

2.3 Assessment Instruments

To evaluate the effectiveness of the intervention, the following assessment tools will be employed (Figure 2):

2.3.1 *Knowledge Tests*

Standardized multiple-choice tests will be administered before and after the CA-enhanced sessions to assess changes in students' knowledge of anatomy and physiology.

2.3.2 *Practical Performance Tasks*

Students will be evaluated on their ability to identify anatomical structures, describe physiological processes, and establish clinical correlations using the CA platform during structured practical evaluations.

2.3.3 *Student Perception Surveys*

Surveys incorporating Likert-scale items and open-ended questions will be distributed to gather feedback on the user experience, perceived educational value, and engagement with the platform.

2.3.4 *Focus Group Discussions*

Students will be invited to participate in moderated discussions aimed at gathering qualitative insights into their learning experience and the impact of CA on motivation and conceptual understanding.

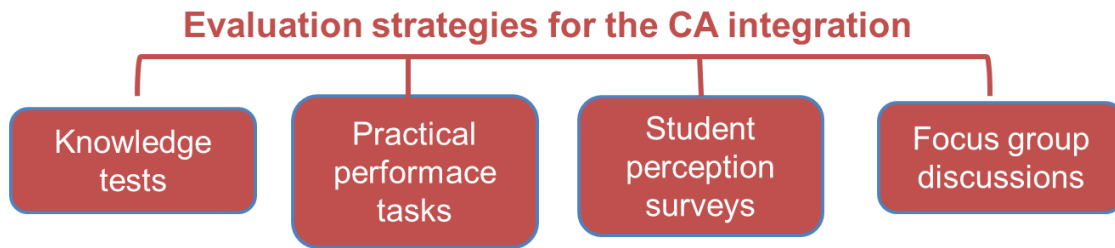


Figure 2. Evaluation Strategies for the CA Integration.

2.4 Data Analysis

Quantitative data from the knowledge tests will be analyzed using paired-sample t-tests to assess statistically significant differences in performance before and after using CA platform. Assumptions of normality and homogeneity of variance will be verified prior to the application of parametric tests; if these assumptions are not met, appropriate non-parametric alternatives (e.g., Wilcoxon signed-rank test) will be used. Results will be considered significant at $p < 0.05$. Qualitative data from focus groups and open-ended survey responses will undergo thematic analysis to identify recurring patterns and categories, such as engagement, benefits of visualization, ease of use, and conceptual understanding. Descriptive statistics will summarize the survey data.

3. RESULTS

Integrating the CA 3D platform into the BANYFIS II program is expected to foster the development of a broad spectrum of essential academic, professional, and transversal competencies in pharmacy students. As future healthcare professionals, pharmacy students must possess solid foundational knowledge of anatomy and physiology and demonstrate the ability to apply this knowledge to pharmacological reasoning, patient care, and interprofessional collaboration. The use of CA, coupled with a flipped-classroom model and case-based learning strategies, will provide an optimal environment to foster these competencies in a technologically and pedagogically sound manner. These competencies are not isolated but interrelated, and their acquisition will lay the foundation for advanced study, interdisciplinary integration, and effective performance in clinical settings. By embracing a technologically enhanced, student-centered model of learning, this educational initiative aligns with current trends in higher education and prepares pharmacy graduates to meet the evolving demands of healthcare with knowledge, confidence, and critical insight (Figure 3).

3.1 Knowledge Competencies

At the core of the course lie the fundamental concepts of human anatomy and physiology. Using interactive 3D models and system-based simulations, students are expected to achieve a deeper and more integrated understanding of the following: 1) Anatomical structures and their spatial relationships: Students will be able to rotate, isolate, and label anatomical components, reinforcing both visual and functional learning. This hands-on interaction goes beyond the limitations of static diagrams and traditional two-dimensional resources. 2) Dynamic physiological processes: These include, among others, neuronal conduction, reflexes, endocrine feedback loops, digestion and absorption of immediate principles, reproduction, cardiovascular regulation, and muscle contraction. These systems are often difficult to conceptualize abstractly, and CA offers an immersive tool for visualization and interaction. 3) Interdependence between anatomical systems: This includes understanding how various systems influence each other, such as how the endocrine system regulates cardiovascular function, or how the nervous system controls digestive processes, or understanding an electrocardiogram (ECG), all require integrated thinking to understand complex physiological phenomena.

By acquiring these fundamental biomedical competencies, students will be better equipped to understand pathophysiological mechanisms, identify interventional targets, and comprehend pharmacological effects in subsequent courses [12].

3.2 Clinical Competencies

A distinctive feature of this educational intervention is its emphasis on translational learning. The ability to connect basic scientific concepts with clinical applications. Pharmacy students are expected to: 1) Develop foundational skills for future clinical reasoning: students should be able to interpret early clinical signs such as a hormonal imbalance, an altered ECG, or abnormal blood counts, as indicators of organ-specific or systemic dysfunction. 2) Bridge anatomical and physiological knowledge to pharmacological action: These are essential for assessing drug efficacy, adjusting doses, identifying contraindications, and understanding adverse effects in the context of different body systems when studying pharmacology. 3) Apply knowledge in real-world contexts: The use of case-based learning within the CA platform reinforces the clinical relevance of this knowledge to real-world pharmacy practice and supports the development of decision-making competencies critical to patient care [13].

3.3 Cognitive Competencies

The pedagogical strategy of this intervention is grounded in active learning principles, where students are not passive recipients of information but active co-constructors of their own knowledge [14]. As a result, they are expected to develop: 1) Critical thinking skills: Including the ability to compare, analyze, and synthesize complex information across different systems and settings. 2) Problem-solving abilities: Strengthened through the identification of early signs of pathologies, mechanisms of action of pharmacological agents, and therapeutic responses in case-based and interactive learning scenarios. 3) Metacognitive awareness: Fostered through pre-class preparation, in-class application, and post-class reflection activities, encouraging students to evaluate their understanding, monitor their progress, and adapt their learning strategies accordingly.

Together, these cognitive skills contribute to the development of autonomous and reflective learners who are well-equipped to transfer and apply knowledge to future clinical and academic contexts.

3.4. Communication and Interpersonal Competencies

Effective communication is crucial in pharmacy practice, especially for patient education and interprofessional collaboration. The CA platform offers multiple opportunities to enhance these competencies: 1) Scientific communication: Students develop the ability to explain physiological processes and anatomical structures using accurate terminology. 2) Visual explanation skills: By incorporating 3D models and other visual aids in presentations, students learn to explain medication actions and physiological responses clearly and effectively. 3) Collaborative communication: Through group activities, peer-to-peer discussions, and case-based debates, students enhance their ability to justify their reasoning, respond to feedback, and consider alternative perspectives. These communication skills will prepare students to interact confidently with patients, physicians, and other healthcare professionals in their future roles [15].

3.5 Digital and Technological Literacy

Digital literacy is not only a technical skill, but a strategic competency that supports lifelong learning and innovation in healthcare practice. The growing role of digital tools in healthcare requires pharmacy students to become competent in the use and critical

evaluation of technology-based learning resources [16]. Through this intervention, students are expected to: 1) Navigate complex digital platforms, managing layered anatomical content, interactive simulations, and assessment tools integrated within the CA. 2) Adapt to new digital environments, improving flexibility and responsiveness to emerging healthcare technologies, such as telemedicine, digital therapeutics, and virtual simulations. 3) Interpret digital data and outcomes, including progress tracking, engagement metrics, and system-generated feedback provided by the CA to support individualized learning.

3.6 Professional Attitudes

The learning environment that fosters CA should promote attitudes and values aligned with responsible professional behavior. These include: 1) Appreciation for Human anatomical complexity, reinforced through exposure to detailed and realistic anatomical representations. 2) Ethical reflection, especially when analyzing real-life clinical cases or pharmacological interventions with potential risks or disadvantages. 3) Professional responsibility, developed as students prepare thoroughly, participate actively, and contribute constructively to team-based learning scenarios.

Through these experiences, students will not only acquire scientific knowledge but also internalize the professional values and attitudes necessary for ethical and compassionate pharmacy practice [17].

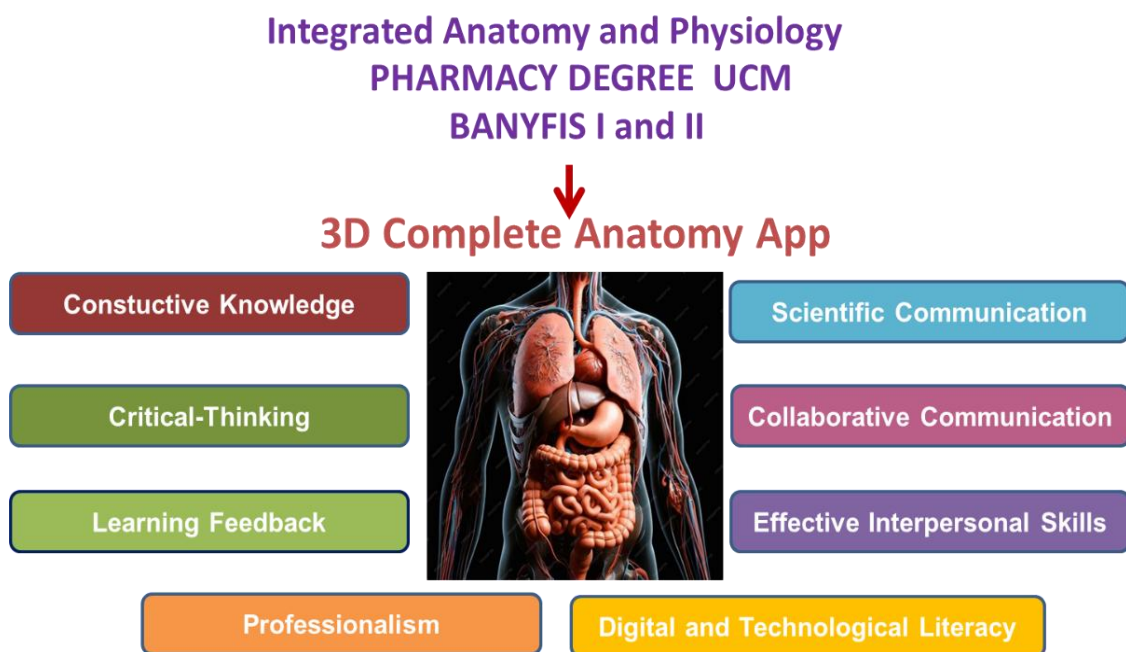


Figure 3. Cross-curricular Competencies Fostered through CA Use.

3.7 Limitations

While the integration of CA is expected to be well-received, certain limitations will be acknowledged. 1) Digital access disparities: Not all students may have equal access to digital devices or stable internet connectivity, which may occasionally hinder their ability to use the platform effectively. 2) Instructors training needs: Effective implementation of CA will require dedicated training to fully exploit the pedagogical potential of CA. 3) Content complexity: the practical sessions of BANYFIS II course focus on physiological systems such as the cardiovascular, endocrine, reproductive, and nervous systems, which are significantly complex in both structure and function. This presents additional

challenges in terms of integration, conceptual understanding, and clinical application, and it is essential that students delve deeper into physiological mechanisms and their anatomical foundations. By incorporating CA into this second-level course, we seek to provide a supportive and interactive learning environment that combines theoretical content with practical, clinically relevant experiences. This pedagogical approach aligns with the overall objectives of pharmacy education, fostering not only knowledge acquisition but also critical thinking, digital literacy, and the ability to apply anatomical and physiological concepts to real-world pharmacological contexts.

4. CONCLUSIONS

The future implementation of CA in the BANYFIS II course is expected to shift learning from a traditional, passive model toward a more immersive, interdisciplinary, and clinically oriented experience. This tool is anticipated to enhance students' spatial understanding of anatomical structures through interactive 3D visualization and deepen understanding of physiological mechanisms by explicitly linking structure to function through system-based simulations. This integration is also expected to promote active learning and critical thinking by engaging students in case-based exploration, annotation, and problem-solving. Furthermore, the use of this platform seeks to strengthen clinical reasoning skills by reinforcing theoretical knowledge through hands-on digital experiences. Ultimately, this approach is anticipated to better prepare students for their future roles as healthcare professionals, equipping them with the analytical, technological, and integrative skills essential for a patient-centered practice in today's evolving healthcare landscape. Future work will involve quantitative analysis of learning outcomes, the development of pharmacy-specific modules, and exploring long-term impacts on students' clinical reasoning and professional readiness.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

This work is part of the PIMCD 2024 (Project 217), supported by the Department of Physiology and the ApS/UCM Stop Hypertension III project at the Complutense University of Madrid, Spain. The authors thank M. Perales Calvo and F.J. Puente for their technical support.

6. REFERENCES

- [1] A. K. Husband, A. Todd, y J. Fulton, «Integrating Science and Practice in Pharmacy Curricula», *Am. J. Pharm. Educ.*, vol. 78, n.º 3, p. 63, abr. 2014, doi: 10.5688/ajpe78363.
- [2] M. L. Dias, K. J. Armstrong, M. M. Pantos, J. J. Spooner, y D. R. Kennedy, «Placement and Integration of Pathophysiology, Anatomy, and Physiology Within the Doctor of Pharmacy Curriculum», *Am. J. Pharm. Educ.*, vol. 84, n.º 11, nov. 2020, doi: 10.5688/ajpe8025.
- [3] S. Allison, C. Mueller, y W. Lackey-Cornelison, «Structure and function: how to design integrated anatomy and physiology modules for the gross anatomy laboratory», *Front. Physiol.*, vol. 14, p. 1250139, ago. 2023, doi: 10.3389/fphys.2023.1250139.
- [4] S. A. Azer y S. Azer, «3D Anatomy Models and Impact on Learning: A Review of the Quality of the Literature», *Health Prof. Educ.*, vol. 2, n.º 2, pp. 80-98, dic. 2016, doi: 10.1016/j.hpe.2016.05.002.

- [5] Y. Cai, C. Tay, y B. Ngo, «Introduction to 3D Immersive and Interactive Learning», 2013, pp. 1-16. doi: 10.1007/978-981-4021-90-6_1.
- [6] A. Next, «Home». Accedido: 11 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://anatomy.app>
- [7] «Complete Anatomy - advanced 3D anatomy platform». Accedido: 11 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://3d4medical.com/es>
- [8] S. K. Motsinger, «Complete Anatomy», *J. Med. Libr. Assoc. JMLA*, vol. 108, n.º 1, pp. 155-157, ene. 2020, doi: 10.5195/jmla.2019.853.
- [9] M. Muñoz-Picos *et al.*, «STUDENTAL SATISFACTION STUDY ABOUT CUSTOM DESIGNED COURSES IN COMPLETE ANATOMY APP ON PHARMACY DEGREE PRACTICAL LESSONS», *EDULEARN24 Proc.*, pp. 4161-4165, 2024, doi: 10.21125/edulearn.2024.1049.
- [10] M. E. López-Oliva *et al.*, «TEACHING ANATOMY IN THE PHARMACY DEGREE PRACTICE CURRICULUM THROUGH THE INCORPORATION OF COMPLETE ANATOMY SOFTWARE», *ICERI2023 Proc.*, pp. 5605-5609, 2023, doi: 10.21125/iceri.2023.1396.
- [11] J. Wang, W. Li, A. Dun, N. Zhong, y Z. Ye, «3D visualization technology for Learning human anatomy among medical students and residents: a meta- and regression analysis», *BMC Med. Educ.*, vol. 24, n.º 1, p. 461, abr. 2024, doi: 10.1186/s12909-024-05403-4.
- [12] C. Moro, «Utilizing the metaverse in anatomy and physiology», *Anat. Sci. Educ.*, vol. 16, n.º 4, pp. 574-581, 2023, doi: 10.1002/ase.2244.
- [13] S. Diamond-Fox y H. Bone, «Advanced practice: critical thinking and clinical reasoning», *Br. J. Nurs. Mark Allen Publ.*, vol. 30, n.º 9, pp. 526-532, may 2021, doi: 10.12968/bjon.2021.30.9.526.
- [14] M. Hernández-Martín *et al.*, «DESIGNING A CONSTRUCTIVIST PROBLEM BASED-LEARNING (PBL) STRATEGY THROUGH VIDEO IN PATHOPHYSIOLOGY», *ICERI2022 Proc.*, pp. 5553-5558, 2022, doi: 10.21125/iceri.2022.1368.
- [15] P. Kathleen Kenny, «Communication Skills Are Crucial for Patient Safety», vol. 90, oct. 2024, Accedido: 11 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.pharmacytimes.com/view/communication-skills-are-crucial-for-patient-safety>
- [16] «Digital Capabilities for the Pharmacy Workforce». Accedido: 11 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.rpharms.com/recognition/all-our-campaigns/policy-a-z/digital-capabilities-for-the-pharmacy-workforce>
- [17] M. F. Mylrea, T. S. Gupta, y B. D. Glass, «Professionalization in Pharmacy Education as a Matter of Identity», *Am. J. Pharm. Educ.*, vol. 79, n.º 9, p. 142, nov. 2015, doi: 10.5688/ajpe799142.