



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

MEMORIA

PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

“Modelos 3D para el aprendizaje de curvas escolióticas”.

Proyecto de Innovación Docente ID2024/027 concedido por Resolución de Vicerrectorado de
Docencia. Octubre de 2024

Coordinadora del Proyecto:

Profa. Ana María Martín Nogueras
Departamento de Enfermería y Fisioterapia
Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Salamanca, 28 de junio 2025

INDICE

1. PARTICIPANTES EN EL PROYECTO	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
3. OBJETIVOS.....	5
4. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	6
5. RESULTADOS	12
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	14
7. BIBLIOGRAFÍA.....	19
8. ANEXOS	20

1. PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

1. Prof^a. Dra. Ana María Martín Nogueras (Coordinadora).
2. Prof^a. D^a. Tamara Manso Hierro.
3. Prof^a. Dra. D^a. Laura Calderón Díez.
4. Prof. Dr. José Luis Sánchez García.
5. Prof. D. Armando González Muñoz.

También ha participado en el proyecto el profesor D. Andrés García Sanz que aunque no puede constar como integrante formal del equipo por incompatibilidad al coordinar otro proyecto, ha sido el responsable de la manipulación y procesamiento de la imagen médica para su impresión.

2. INTRODUCCIÓN

La escoliosis es una deformidad tridimensional de la columna vertebral que presenta una gran complejidad anatómica y biomecánica. Esta complejidad anatómica y biomecánica representa un reto significativo para la formación de los estudiantes de Ciencias de la Salud, especialmente en el ámbito de la fisioterapia, donde la comprensión profunda de la deformidad es fundamental para el diagnóstico y el abordaje terapéutico adecuado.

Tradicionalmente, el estudio y enseñanza de la escoliosis en ciencias de la salud se ha basado en imágenes bidimensionales, como radiografías y resonancias magnéticas. Sin embargo, estos recursos presentan importantes limitaciones para la percepción espacial y la comprensión integral de la deformidad, dificultando la adquisición de competencias clínicas avanzadas por parte del estudiantado. Diversos estudios han señalado que la utilización de modelos tridimensionales, tanto virtuales como físicos, puede mejorar significativamente la asimilación de conceptos anatómicos complejos y favorecer el aprendizaje activo y significativo en ciencias de la salud.

En este contexto, el presente proyecto de innovación docente surge con el objetivo de desarrollar e implementar modelos 3D de curvas escolióticas que permitan a los estudiantes interactuar con representaciones anatómicas más realistas y manipulables. Se pretende de este modo superar las limitaciones de la docencia tradicional, facilitando la visualización y comprensión de la escoliosis y promoviendo el desarrollo de competencias clínicas esenciales para la práctica profesional.

Además, el proyecto fomenta la colaboración interdisciplinar entre los ámbitos de la fisioterapia y la ingeniería, integrando conocimientos clínicos y tecnológicos para la creación de recursos didácticos innovadores. Esta sinergia no solo enriquece la experiencia formativa, sino que también sienta las bases para la replicabilidad y adaptación de la metodología a otras áreas y patologías del ámbito sanitario.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Este proyecto tenía como objetivo general, desarrollar e implementar modelos tridimensionales (3D) virtuales y físicos para facilitar la visualización y comprensión anatómica y biomecánica de las curvas escolióticas de cara a facilitar la toma de decisiones en el abordaje fisioterápico de la deformidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Como objetivos específicos se establecieron:

1. Diseñar y elaborar modelos 3D de escoliosis y actitudes escolióticas a partir de archivos DICOM y TAC.
2. Integrar los modelos 3D en plataformas de realidad virtual.
3. Imprimir los modelos 3D en modelos reales que constituyan recursos didácticos físicos accesibles.
4. Implementar los modelos 3D en las explicaciones sobre las curvas escolióticas.
5. Evaluar el impacto del uso de modelos 3D en la comprensión y adquisición de competencias clínicas por parte del estudiantado, mediante instrumentos de evaluación cuantitativos y cualitativos.
6. Analizar la percepción y satisfacción de los estudiantes en relación con el uso de modelos 3D en el proceso de aprendizaje.
7. Compartir los modelos y la experiencia generada con otras disciplinas y centros, promoviendo la transferencia y replicabilidad del recurso.
8. Impulsar la colaboración interdisciplinar entre profesorado de Ciencias de la Salud, ingeniería e informática, potenciando el trabajo en equipo y la innovación educativa.

4. DESARROLLO DEL PROYECTO

El desarrollo del proyecto se estructuró en varias fases, orientadas a la obtención, procesamiento e integración de modelos tridimensionales (3D) de curvas escolióticas para su uso docente en el Grado en Fisioterapia. A continuación, se describen de manera sistematizada los principales hitos, dificultades y soluciones implementadas durante el proceso:

Búsqueda y selección de imágenes médicas

Durante el primer trimestre del curso 2024-2025 se realizó una exhaustiva búsqueda de imágenes médicas que permitieran la reconstrucción 3D de columnas vertebrales con escoliosis o actitudes escolióticas. Se revisaron diferentes repositorios con imágenes médicas y se contactó con numerosos profesionales de radiología, fisioterapeutas, pacientes conocidos, asociación de Escoliosis de Castilla y León, entre otros. Estas búsquedas arrojaron un total de 10 modelos de RMN, de los que ninguno de ellos cumplía los criterios establecidos (Tabla 1).

Modelo	Origen	Sujeto	Descripción
RMN	Contacto directo	Mujer 63 años	Escoliosis Dorso-lumbar. Escaso número de cortes. Excesivo ruido.
RMN	Contacto fisioterapeuta	Mujer 68 años	Escoliosis lumbar. Escaso número de cortes. Excesivo ruido.
RMN	Contacto fisioterapeuta	Mujer 16 años	Escoliosis dorsal y lumbar. Escaso número de cortes. Excesivo ruido.
RMN	Contacto fisioterapeuta	Mujer 25 años	Escoliosis dorsal. Escaso número de cortes. Excesivo ruido.
RMN	Contacto fisioterapeuta	Hombre 55 años	Escoliosis lumbar. Escaso número de cortes. Excesivo ruido.
RMN	Contacto radiólogo	Mujer 42 años	Escoliosis dorso-lumbar. Escaso número de cortes. Excesivo ruido.
RMN	Repositorio NIH	Niño (edad ¿?)	Escoliosis cervical congénita.
RMN	Repositorio NIH	Niño (edad ¿?)	Escoliosis congénita dorsal. Incompleta, con imprecisiones.
RMN	Repositorio NIH	¿?	Escoliosis dorsal. Múltiples imprecisiones.
RMN	Repositorio NIH	¿?	Escoliosis dorsal. Múltiples imprecisiones.

Tabla 1: Modelos conseguidos durante la primera búsqueda.

Tras esta fase, se llegó a dos conclusiones:

1. Las RMN no eran adecuadas para la elaboración de modelos tridimensionales, y por lo tanto debíamos orientar la búsqueda hacia TAC (tomografías axiales computarizadas) que ofrecen una mayor resolución, diferenciación de tejidos y posiblemente mayor número de cortes.
2. Las RMN o TAC realizados en contexto clínico incluyen un número de cortes insuficientes para poder modelizar la columna en 3D.

Es por ello por lo que durante el segundo trimestre se retomó de nuevo la búsqueda encontrando un nuevo repositorio en el que se consiguieron tres modelos de escoliosis en TAC, con un número aceptable de cortes (Tabla 2) junto con otros dos modelos obtenidos por contacto personal.

Modelo	Origen	Sujeto	Descripción
TAC	Repositorio Radiopaedia	Hombre 8 años	Escoliosis dorsal juvenil idiopática.
TAC	Repositorio Radiopaedia	Hombre 25 años	Escoliosis con vertebra lumbosacra desplazada
TAC	Repositorio Radiopaedia	Hombre 16 años	Escoliosis cervical congénita.
TAC	Contacto personal	Mujer 12 años	Escoliosis dorso-lumbar juvenil.
TAC	Contacto personal	Mujer 75 años	Escoliosis dorso-lumbar tras traumatismo vertebral. Segmento reducido
TAC	Contacto personal	Mujer 18 años	Escoliosis dorsal. Segmento reducido

Tabla 2: Modelos conseguidos durante la segunda y tercera búsqueda.

Procesamiento y reconstrucción de modelos 3D

A partir de las búsquedas se seleccionaron los dos modelos con mayor interés docente para ser procesados (Figura 1), sin embargo, al ser incluidos en el software especializado de reconstrucción los archivos proporcionados por el repositorio no incluían los metadatos necesarios para el procesamiento.

Finalmente se sometieron a segmentación y reconstrucción digital los tres únicos modelos que reunieron las características para ello (Figura 2).

Impresión y validación de los modelos físicos

La impresión de los modelos 3D se llevó a cabo en el FabLab de la Escuela de Ingeniería Industrial de Béjar (Figura 3), utilizando material PLA. Inicialmente se realizaron impresiones a escala reducida para validar la calidad y fidelidad anatómica de los modelos (Figura 4), y posteriormente se imprimieron versiones a tamaño real, montadas sobre peanas para facilitar su manipulación en el aula (Figuras 5 y 6).

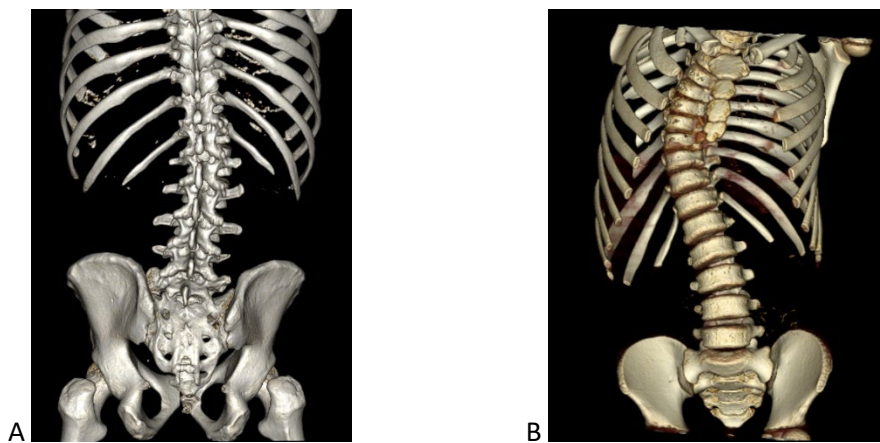


Figura 1. Modelos obtenidos del Repositorio Radiopaedia: A: Case courtesy of Mostafa Elfeky, Radiopaedia.org, rID: 180227
B: Case courtesy of Subash Thapa, Radiopaedia.org, rID: 41523



Figura 2. Procesamiento de curva escoliotica.

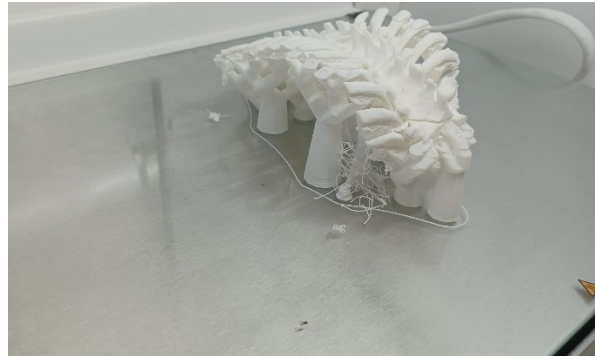


Figura 3. Impresión de modelo 3D en FabLab de Béjar.



Figura 3. Impresión a tamaño reducido de curvatura dorso-lumbar (modelos colocados boca abajo en la imagen)..



Figura 5. Modelo impresión 3D Columna Dorso-lumbar.



Figura 6. Modelo impresión 3D Columna Dorsal.

Integración en la docencia y evaluación preliminar

En el momento de cierre de esta memoria, continuamos con la búsqueda de nuevos modelos, el procesamiento de algunos ya conseguidos y la impresión de otros.

Dada la dificultad para conseguir modelos viables para el procesado y modelado en tiempo y forma, los modelos impresos no pudieron ser incorporados en la docencia de las asignaturas de Fisioterapia en Reumatología y afecciones del raquis, Diagnóstico por imagen para fisioterapeutas o Biomecánica dado que la docencia de esas asignaturas finalizó antes de completar la impresión del material.

En la asignatura Fisioterapia en Reumatología y afecciones del raquis se elaboró un cuestionario ad hoc (Anexo I) que fue implementado después de las clases expositivas sobre escoliosis. Constaba de diez preguntas diseñadas para evaluar la capacidad de los estudiantes para identificar y comprender las características fundamentales de la deformidad escoliótica mediante imágenes bidimensionales.

Dado que no fue posible emplazar a los estudiantes a la sesión extraordinaria prevista para mostrar el modelo tridimensional al finalizar el trimestre, sin embargo, las múltiples obligaciones con las prácticas clínicas y exámenes han hecho imposible que la sesión se haya llevado a cabo. En cualquier caso, se les ha emplazado para realizarlo durante el mes de septiembre-octubre cuando todos los modelos elaborados estén disponibles para el siguiente curso académico.

Tampoco fue posible determinar si el uso de los modelos tridimensionales hubiera repercutido en una mejora de las competencias evaluadas durante el examen final de la asignatura. Los profesores implicados quedan emplazados para valorar estos aspectos durante el próximo curso académico.

5. RESULTADOS

Modelos tridimensionales de escoliosis

Hasta el momento de cierre de esta memoria, el equipo ha logrado procesar e imprimir dos modelos tridimensionales de columnas vertebrales con escoliosis, a partir de archivos de tomografía axial computarizada (TAC) seleccionados tras una exhaustiva búsqueda en repositorios y contactos con profesionales del sector sanitario (Figuras 2 y 5). La segmentación y reconstrucción digital se llevaron a cabo con software especializado, y la impresión física se realizó en PLA en el FabLab de la Escuela de Ingeniería Industrial de Béjar. Estos modelos, tanto en tamaño reducido como real, han demostrado fidelidad anatómica y potencial didáctico para su futura integración en el aula.

Sin embargo, la obtención de material adecuado ha resultado ser un proceso complejo y limitado por la baja calidad y la escasez de imágenes médicas con suficiente resolución y metadatos. Actualmente, se continúa trabajando en la segmentación e impresión de nuevos modelos, con el objetivo de ampliar la base de recursos disponibles para el próximo curso académico

Resultados del cuestionario ad hoc sobre la comprensión de la escoliosis

El cuestionario (Anexo I) fue administrado a los estudiantes al finalizar las cuatro horas de docencia teórica dedicadas al tema de las escoliosis en la asignatura "Fisioterapia en Reumatología y afecciones del raquis". Se recogieron un total de 35 respuestas que fueron evaluadas y calificadas del 1 al 10 en función del número de aciertos sin ninguna penalización por los errores.

Las respuestas recogidas mostraron un alto nivel de acierto, con una media global de 9.83 sobre 10. La mayoría de los estudiantes lograron identificar correctamente aspectos esenciales como la localización de la concavidad y convexidad de la curva, la orientación de las apófisis espinosas, la formación de la giba y la lateralización de los movimientos correctivos.

Este elevado rendimiento global, dejó un margen limitado para la mejora, sugiriendo que el cuestionario pudo no ser lo suficientemente desafiante para discriminar diferencias más sutiles en la capacidad de visualización y comprensión tridimensional de la curva escoliótica. El análisis individual de las respuestas permitió identificar aquellas áreas específicas donde algún estudiante cometió errores, como en la rotación de las apófisis espinosas o en la lateralización del movimiento que disminuye la curva.

Estos hallazgos no corresponden a los inicialmente esperados, pero siguen orientando a la necesidad de profundizar en aspectos concretos con contenidos o actividades más especializadas. En este sentido es posible que los modelos tridimensionales y la integración de tecnologías visuales en este tema faciliten una comprensión más profunda y precisa de la funcionalidad de la columna vertebral en una curva escoliótica.

De cara a proponer algún tipo de estudio que determine el impacto de evaluar el uso de modelos 3D en la enseñanza de la escoliosis, los datos sugieren la conveniencia de diseñar una evaluación más compleja que determine mejor la diversidad del aprendizaje y los distintos niveles de competencia entre los estudiantes.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El proyecto “Modelos 3D para el aprendizaje de las curvas escolióticas” es una iniciativa innovadora con un alto potencial para mejorar la enseñanza de deformidades complejas en fisioterapia. A través de la elaboración y uso de modelos tridimensionales virtuales y físicos podemos facilitar la comprensión espacial y anatómica de la escoliosis, superando algunas de las limitaciones que supone en uso de imágenes bidimensionales en la docencia tradicional.

Limitaciones del proyecto

Durante la ejecución de este proyecto nos hemos enfrentado a diversas dificultades que han limitado su alcance, desajustado su desarrollo e impedido la implementación completa de los recursos desarrollados. En primer lugar, la obtención de modelos 3D para la escoliosis ha resultado ser un gran desafío. La búsqueda inicial mediante el contacto con profesionales y revisión de repositorios de imágenes médicas no proporcionó imágenes con la resolución adecuada ni el número de cortes suficientes para una modelización fiable. Posteriormente, aunque se encontraron TAC con mejor calidad, el proceso de procesamiento determinó que la ausencia de metadatos en los archivos impedía su modelado y por lo tanto prototipaje. Por otro lado, la impresión final de los modelos dada la complejidad de la estructura anatómica, también requirió un tiempo y supervisión considerable. Todo ello ha impedido cumplir con el calendario previsto. Como consecuencia, los modelos impresos y virtuales no han podido ser integrados en las asignaturas de “Fisioterapia en Reumatología y afecciones del raquis”, “Diagnóstico por imagen para fisioterapeutas” o “Biomecánica” durante el presente curso académico, ya que la docencia correspondiente finalizó antes de la disponibilidad de los recursos. Esto ha limitado la oportunidad de que los estudiantes pudieran interactuar directamente con los modelos durante su formación.

Tampoco ha sido posible llevar a cabo la sesión demostrativa para presentar y valorar los modelos tridimensionales por imposibilidad para encontrar un hueco en el calendario de los estudiantes en el mes de junio, lo que ha afectado a la participación e impacto formativo esperados.

Estas limitaciones han sido reconocidas por el equipo docente y constituyen un punto de partida fundamental para la continuación del proyecto.

Análisis crítico de los resultados del cuestionario ad hoc

El cuestionario diseñado para evaluar la comprensión de las curvas escolióticas tras la docencia teórica presentó un alto nivel de acierto, con una media global de 9.83 sobre 10. Este resultado sugiere que la atención en clase y la capacidad didáctica de la profesora son altas.

Sin embargo, este elevado rendimiento también revela una limitación importante del instrumento de evaluación: la presencia de un posible efecto techo dificulta la identificación de mejoras significativas en las competencias de visualización y comprensión tridimensional. Dicho de otra manera, el cuestionario utilizado pudo no haber sido suficientemente desafiante para discriminar diferencias finas en el aprendizaje, especialmente en aspectos complejos como la rotación vertebral o la lateralización del movimiento correctivo, donde sí se detectaron algunos errores puntuales.

Además, la naturaleza del cuestionario, centrada en preguntas de reconocimiento básico, no permitió evaluar habilidades cognitivas más avanzadas como la aplicación, análisis o síntesis crítica de la información en contextos clínicos reales o en otros modelos de curva escoliótica.

Estos aspectos ponen de manifiesto la necesidad de diseñar futuras evaluaciones más completas, que incluyan distintos niveles de dificultad y tipos de preguntas, así como metodologías mixtas que combinen pruebas objetivas con evaluaciones cualitativas. De esta manera será posible captar con mayor precisión la evolución del aprendizaje y el impacto real de la incorporación de modelos tridimensionales en la formación de los estudiantes.

Valor añadido y potencial de la innovación docente

La incorporación de modelos 3D, tanto virtuales como físicos, en la enseñanza de la escoliosis representa un avance significativo respecto a los métodos tradicionales basados en imágenes bidimensionales. Estos modelos permiten una visualización y manipulación directa que facilitan la comprensión espacial y anatómica de deformidades complejas, favoreciendo así un aprendizaje más profundo y significativo.

Esta aproximación multisensorial no solo mejora la percepción de las estructuras y biomecánica implicadas, sino que también contribuye a consolidar competencias clínicas fundamentales para el diagnóstico y tratamiento de fisioterapia personalizado.

Además, el proyecto ha fomentado una enriquecedora colaboración interdisciplinar entre los campos de la fisioterapia y la ingeniería, combinando conocimientos clínicos con habilidades técnicas en impresión 3D y tecnologías digitales. Esta sinergia no solo ha permitido desarrollar recursos innovadores y de alta calidad,

sino que también ha generado un modelo educativo integrador que puede ser replicado en otros contextos formativos.

En definitiva, el uso de tecnologías 3D en la docencia sanitaria abre nuevas vías para la innovación educativa, potenciando la formación integral de los futuros profesionales y adaptándose a las demandas crecientes de una educación basada en competencias y centrada en el estudiante.

La metodología desarrollada durante este proyecto representa un modelo pionero de colaboración entre profesionales de fisioterapia, radiología, ingeniería e impresión 3D aplicada a la docencia. A pesar de la limitación en el número de modelos finalmente procesados, se ha establecido un protocolo replicable que puede servir de referencia para futuros proyectos educativos de alto contenido tecnológico.

Recomendaciones para futuras acciones y evaluaciones

A partir de las limitaciones detectadas y resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, se plantean una serie de recomendaciones orientadas a optimizar la implementación y evaluación futura de esta innovación docente:

1. Diseño de instrumentos de evaluación más complejos y variados: cuestionarios y pruebas con diferentes niveles de dificultad y tipos de habilidades cognitivas, desde el reconocimiento básico hasta el análisis y aplicación crítica en situaciones clínicas. Esto permitirá una evaluación más precisa del aprendizaje y la evolución de competencias.
2. Incorporación de metodologías mixtas de evaluación: complementar las pruebas objetivas con evaluaciones cualitativas, como análisis de casos, presentaciones orales o prácticas simuladas, ayudará a capturar un espectro más amplio de competencias y facilitará la detección de mejoras significativas.
3. Evaluación longitudinal del impacto educativo: realizar seguimientos a medio y largo plazo del rendimiento académico.
4. Ampliación y diversificación de la base de modelos tridimensionales: incrementar el número y variedad de modelos disponibles, incluyendo diferentes tipos de curvas y grados de deformidad, enriquecerá el material didáctico y atenderá mejor las necesidades formativas.
5. Integración de tecnologías emergentes: explorar la incorporación de realidad aumentada y realidad virtual para potenciar la interacción, el dinamismo y la inmersión en el aprendizaje, favoreciendo así un mayor compromiso y comprensión.

Impacto y futuro del proyecto

El proyecto "Modelos 3D para el aprendizaje de las curvas escolióticas" supone una pequeña transformación innovadora en la docencia de deformidades complejas del aparato locomotor. A pesar de las dificultades encontradas, consideramos que las nuevas tecnologías son útiles para mejorar la comprensión espacial y anatómica en una deformidad como las escoliosis.

La colaboración interdisciplinar entre fisioterapia e ingeniería ha enriquecido la experiencia formativa, aportando recursos didácticos de alta calidad y fomentando un modelo educativo integrador que puede ser replicado y adaptado a otros ámbitos y patologías. Este enfoque colaborativo es un valor añadido que fortalece la innovación y mejora continua en la enseñanza universitaria.

En cuanto al futuro, se prevé la ampliación de la base de modelos tridimensionales disponibles, incorporando nuevas patologías y variaciones anatómicas para cubrir un espectro formativo más amplio. Asimismo, la integración de tecnologías emergentes como la realidad aumentada y virtual permitirá desarrollar experiencias de aprendizaje más inmersivas y dinámicas.

El seguimiento longitudinal del impacto educativo y clínico será clave para validar la eficacia de estos recursos y ajustar la estrategia docente a las necesidades reales de los estudiantes y profesionales en formación.

Aunque el número de modelos tridimensionales obtenidos ha sido limitado, su elaboración y validación constituyen un logro significativo dadas las extraordinarias dificultades técnicas y la carencia de antecedentes previos que orientaran el proceso. Este resultado, modesto en términos cuantitativos, es sin embargo un punto de partida robusto sobre el que consolidar y ampliar esta línea de innovación docente.

Conclusiones

- La introducción de modelos 3D, tanto virtuales como impresos, representa una innovación relevante y necesaria para la docencia de la escoliosis, al facilitar la comprensión anatómica y biomecánica de la deformidad y potenciar el aprendizaje activo del estudiantado.
- Las dificultades encontradas en la obtención y procesamiento de imágenes médicas, así como en la integración de los recursos en la docencia, constituyen áreas de mejora que deberán ser abordadas en futuras ediciones del proyecto.

- Los resultados preliminares sugieren que la docencia tradicional permite alcanzar un buen nivel de comprensión básica, pero la incorporación de modelos 3D y metodologías de evaluación más sofisticadas podría favorecer el desarrollo de competencias clínicas avanzadas.
- El trabajo interdisciplinar ha sido clave para el éxito parcial del proyecto y debe potenciarse en futuras fases, ampliando la colaboración y el intercambio de buenas prácticas entre áreas de conocimiento.
- Se recomienda continuar con la ampliación de la base de modelos, la integración de tecnologías emergentes (realidad aumentada y virtual), y el diseño de evaluaciones longitudinales y mixtas que permitan valorar el impacto real de la innovación en la formación de los estudiantes.

7. BIBLIOGRAFÍA

Azer SA, Azer S. 3D Anatomy Models and Impact on Learning: A Review of the Quality of the Literature. *Health Professions Education*. 2016;2(2):80-98.

Chytas D, Noussios G, Salmas M, Demesticha T, Vasiliadis AV, Troupis T. The effectiveness of three-dimensional printing in undergraduate and postgraduate anatomy education: A review of reviews. *Morphologie*. 1 de junio de 2024;108(361):100759.

Dutta A, Singh M, Kumar K, Ribera Navarro A, Santiago R, Kaul RP, et al. Accuracy of 3D printed spine models for pre-surgical planning of complex adolescent idiopathic scoliosis (AIS) in spinal surgeries: a case series. *Annals of 3D Printed Medicine*. 1 de agosto de 2023;11:100117.

Erolin C. Interactive 3D Digital Models for Anatomy and Medical Education. *Adv Exp Med Biol*. 2019;1138:1-16.

Kabra DA, Garg DB. Current applications of 3-dimensional printing in spine surgery. *Journal of Orthopaedics*. 1 de julio de 2023;41:28-32.

Kinel E, D'Amico M, Roncoletta P. 3D Quantitative Evaluation of Posture and Spine Proprioceptive Control in Adolescent Idiopathic Scoliosis." *Front Bioeng Biotechnol*. 2021;9:663394. DOI: 10.3389/fbioe.2021.663394

Kumar S, Awadhiya B, Ratnakumar R, Thalengala A, Areeckal AS, Nanjappa Y. A Review of 3D Modalities Used for the Diagnosis of Scoliosis. *Tomography*. 2024 Aug 2;10(8):1192-1204. doi: 10.3390/tomography10080090.

Nicholson DT, Chalk C, Funnell WRJ, Daniel SJ. Can virtual reality improve anatomy education? A randomized controlled study of a computer-generated three-dimensional anatomical ear model. *Medical Education*. 2006;40(11):1081-1087.

Preece D, Williams SB, Lam R, Weller R. Let's get physical': advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy. *Anatomical Sciences Education*. 2013;6(4):216-224.

Wilcox B, Mobbs RJ, Wu AM, Phan K. Systematic review of 3D printing in spinal surgery: the current state of play. *Journal of Spine Surgery*. septiembre de 2017;3(3):433-43.

8. ANEXOS

ANEXO I. Cuestionario elaborado ad hoc para conocer la retención de contenido explicado durante la exposición de los contenidos teóricos durante la clase.



Ana María Martín Nogueras
 DEPARTAMENTO DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA
 anamar@usal.es
<https://sites.google.com/usal.es/amartinogueras>
 Facultad de Enfermería y Fisioterapia
 Avda. Donante de Sangre, s/n 37007 Salamanca
 TEL. (34) 923 294500 Ext. 6469

Se te está invitando a participar en un proyecto de innovación docente titulado "MODELOS 3D PARA EL APRENDIZAJE DE LAS CURVAS ESCOLIÓTICAS" coordinado por la profesora Martín-Nogueras y presentado a la convocatoria de la Universidad de Salamanca en su edición 2024. Los resultados de este cuestionario no serán utilizados en la evaluación de la asignatura. Dispondrás de 5 minutos para responder a las 10 preguntas.

Código: _____ (Se pondrá día de nacimiento/Iniciales del nombre y apellidos/mes de nacimiento. P.ej: 21/AMMN/6)

En una escoliosis dorsal derecha la concavidad se sitúa a la:	<input type="checkbox"/> Derecha <input type="checkbox"/> Izquierda
En una escoliosis lumbar izquierda la convexidad se sitúa a la:	<input type="checkbox"/> Derecha <input type="checkbox"/> Izquierda
Las apófisis espinosas en una curva escoliótica rotan hacia la:	<input type="checkbox"/> Concavidad <input type="checkbox"/> Convexidad
La giba en una escoliosis obedece a la:	<input type="checkbox"/> Concavidad <input type="checkbox"/> Convexidad
En una escoliosis derecha aparece una giba en la parte anterior del tórax en la parte anterior:	<input type="checkbox"/> Derecha <input type="checkbox"/> Izquierda
En una escoliosis dorsal izquierda las apófisis están rotadas hacia la:	<input type="checkbox"/> Derecha <input type="checkbox"/> Izquierda
En una escoliosis lumbar derecha la giba posterior se encuentra en el lado:	<input type="checkbox"/> Derecho <input type="checkbox"/> Izquierdo
En una escoliosis dorsal derecha el movimiento de rotación que disminuye la curva es hacia la:	<input type="checkbox"/> Derecha <input type="checkbox"/> Izquierda
En una escoliosis lumbar izquierda el movimiento de lateralización que disminuye la curva es hacia la:	<input type="checkbox"/> Derecha <input type="checkbox"/> Izquierda
En una escoliosis dorsal derecha-lumbar izquierda el hombro derecho se encuentra ascendido:	<input type="checkbox"/> Verdadero <input type="checkbox"/> Falso

Gracias por tu participación.