

Sara Luz Chunga Palomino
Darwin Maccoll Primero Llacsaguache Calle
María Cristina Ramírez Carrasco
Diana Judith Quintana Sánchez
Josué Daniel Chunga Zapata

Simulaciones del Saber

La tecnología como herramienta
de aprendizaje en física médica



**Religación
Press**

Sara Luz Chunga Palomino | Darwin Maccoll Primero Llacsaguache Calle
| María Cristina Ramírez Carrasco | Diana Judith Quintana Sánchez | Josué
Daniel Chunga Zapata

Simulaciones del Saber

La tecnología como herramienta de aprendizaje en física médica



Quito, Ecuador
2025

Sara Luz Chunga Palomino | Darwin Maccoll Primero Llacsaguache Calle
| María Cristina Ramírez Carrasco | Diana Judith Quintana Sánchez | Josué
Daniel Chunga Zapata

Simulations of Knowledge

Technology as a Learning Tool in Medical Physics



Quito, Ecuador
2025

Religación Press

[Ideas desde el Sur Global]

Equipo Editorial / Editorial team

Ana B. Benalcázar

Editora Jefe / Editor in Chief

Felipe Carrión

Director de Comunicación / Scientific Communication Director

Melissa Díaz

Coordinadora Editorial / Editorial Coordinator

Sarahi Licango Rojas

Asistente Editorial / Editorial Assistant

Consejo Editorial / Editorial Board

Jean-Arsène Yao

Dilrabo Keldiyorovna Bakhronova

Fabiana Parra

Mateus Gamba Torres

Siti Mistima Maat

Nikoleta Zampakí

Silvina Sosa

Religación Press, es parte del fondo editorial del
Centro de Investigaciones CICHAL-RELIGACIÓN |
Religación Press, is part of the editorial collection
of the CICHAL-RELIGACIÓN Research Center |
Diseño, diagramación y portada | Design, layout and
cover: Religación Press.

CP 170515, Quito, Ecuador. América del Sur.

Correo electrónico | E-mail: press@religacion.com

www.religacion.com

Disponible para su descarga gratuita en
| Available for free download at | [https://
press.religacion.com](https://press.religacion.com)

Este título se publica bajo una licencia de
Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
This title is published under an Attribution
4.0 International (CC BY 4.0) license.



CITAR COMO [APA 7]

Chunga Palomino, S. L., Llacsaguache Calle, D. M. P., Ramírez Carrasco, M. C., Quintana Sánchez, D. J., y Chunga Zapata, J. D. (2025). *Simulaciones del Saber. La tecnología como herramienta de aprendizaje en física médica*. Religación Press. <https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.277>

Derechos de autor | Copyright: Religación Press, Sara Luz Chunga Palomino, Darwin Maccoll Primero Llacsaguache Calle, María Cristina Ramírez Carrasco, Diana Judith Quintana Sánchez, Josué Daniel Chunga Zapata

Primera Edición | First Edition: 2025

Editorial | Publisher: Religación Press

Materia Dewey | Dewey Subject: 610.284 - Aplicaciones tecnológicas en medicina

Clasificación Thema | Thema Subject Categories: MB - Medicina: cuestiones generales | UB

- Tecnologías de las información: cuestiones generales | MQW - Ingeniería biomédica | JNU -

Enseñanza de una materia específica

BISAC: MED003000

Público objetivo | Target audience: Profesional / Académico | Professional / Academic

Colección | Collection: Salud

Soporte | Format: PDF / Digital

Publicación | Publication date: 2025-04-07

ISBN: 978-9942-561-17-6

Título: Simulaciones del Saber. La tecnología como herramienta de aprendizaje en física médica

Simulations of Knowledge. Technology as a Learning Tool in Medical Physics

Simulações de conhecimento. Tecnologia como ferramenta de aprendizado em física médica

Nota obra derivada: El libro retoma y amplía, mediante el trabajo colaborativo de un grupo de investigadores, los hallazgos y aportes presentados en la tesis original, enriqueciendo su contenido con nuevos enfoques, análisis y perspectivas que profundizan en los temas abordados “Simulación computacional en la mejora de la competencia “uso de tecnología de física médica” en estudiantes VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura, 2023” presentada ante la Universidad Nacional de Piura por Sara Luz Chunga Palomino en 2024.

Note: The book takes up and expands, through the collaborative work of a group of researchers, the findings and contributions presented in the original dissertation, enriching its content with new approaches, analyses and perspectives that deepen the topics addressed. “Simulación computacional en la mejora de la competencia “uso de tecnología de física médica” en estudiantes VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura, 2023” presented to the Universidad Nacional de Piura by Sara Luz Chunga Palomino in 2024.

Revisión por pares

La presente obra fue sometida a un proceso de evaluación mediante el sistema de dictaminación por pares externos bajo la modalidad doble ciego. En virtud de este procedimiento, la investigación que se desarrolla en este libro ha sido avalada por expertos en la materia, quienes realizaron una valoración objetiva basada en criterios científicos, asegurando con ello la rigurosidad académica y la consistencia metodológica del estudio.

Peer Review

This work was subjected to an evaluation process by means of a double-blind peer review system. By virtue of this procedure, the research developed in this book has been endorsed by experts in the field, who made an objective evaluation based on scientific criteria, thus ensuring the academic rigor and methodological consistency of the study.

Sobre los autores/ About the authors

Sara Luz Chunga Palomino

Doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad Nacional de Piura y Magíster en Física Médica por el Centro Internacional de Física Teórica en Italia (ICTP). Miembro de la prestigiosa Asamblea Universitaria de la Universidad Nacional de Piura y del Comité Nacional de Físicos del Perú (CFP). Catedrática en la misma casa de estudios, miembro titular de la Sociedad Peruana de Protección Radiológica y del Grupo de Trabajo de Mujeres Físicas del Perú. Actualmente, desarrolla proyectos de investigación que combinan espectrofotometría UV-Vis y modificación de superficies mediante plasma, con aplicaciones innovadoras

Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú
<https://orcid.org/0000-0002-9314-4964>
schungap@unp.edu.pe
gimfissari@gmail.com

Darwin Maccoll Primero Llacsaguache Calle

Doctor en Ciencias Administrativas, Magíster en Informática y estadístico de profesión. Catedrático en la Universidad Nacional de Piura, con amplia experiencia en la enseñanza de programas de maestría y doctorado, especialista en la validación de instrumentos y en el análisis estadístico aplicado a la investigación científica.

Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú
<https://orcid.org/0000-0002-1743-5487>
dllacsaguachec@unp.edu.pe
darwinllacsaguache@gmail.com

María Cristina Ramírez Carrasco

Egresada del doctorado en Ciencias de la educación, Magíster en matemática aplicada y Matemática de profesión. Catedrática en la Universidad Nacional de Piura, con amplia experiencia en la enseñanza e interés por la investigación científica; deseo de superación; visión de cambio y nuevos retos.

Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú
<https://orcid.org/0000-0002-6330-7232>
mmramirez@unp.edu.pe
mcristinarc615@gmail.com.pe

Diana Judith Quintana Sánchez

Doctora en Ciencias de la Educación y Magíster en Educación con mención en Matemática. Evaluadora de ICACIT. Catedrática de pregrado y posgrado en la UNP, miembro de la Asociación Peruana de Investigación en Educación Matemática y de la Red Iberoamericana sobre Conocimiento Especializado del Profesorado de Matemáticas. Jefa de la Unidad de Gestión Académica de la UNP (2022-2024).

Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú
<https://orcid.org/0000-0002-6864-8191>
dquintanas@unp.edu.pe
diana.judith.quintana@gmail.com

Josué Daniel Chunga Zapata

Estudiante de la carrera de Física-Ciencias en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura. Apasionado por comprender los fundamentos del universo, he encontrado en la física no solo una carrera, sino una vocación profunda que me impulsa a cuestionar, explorar y descubrir.

Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú

<https://orcid.org/0009-0001-0344-3566>

1312024008@alumnos.unp.edu.pe

josuedanielchunga@gmail

Resumen

Esta investigación examinó la influencia de la simulación computacional en el desarrollo de competencias tecnológicas aplicadas a la física médica, enfocándose en estudiantes de ciclos superiores de formación profesional. A través de un diseño cuantitativo y metodología preexperimental, se evaluó el desempeño mediante instrumentos validados, procesando los datos con análisis estadísticos rigurosos. Los resultados demostraron avances significativos en el dominio general de herramientas tecnológicas, así como en dimensiones específicas: habilidades técnicas, razonamiento analítico, manejo de información y conciencia ética en entornos digitales. Los hallazgos confirman que la simulación computacional no solo refuerza destrezas prácticas, sino que también fomenta capacidades críticas y responsables en el ámbito científico. El estudio sustenta así su eficacia pedagógica, sugiriendo su implementación sistemática en la enseñanza de disciplinas aplicadas para potenciar una formación integral, donde la tecnología actúe como puente entre el conocimiento teórico y su aplicación profesional.

Palabras clave:

Simulación computacional, Competencias tecnológicas, Física médica, Enseñanza de ciencias, Habilidades analíticas.

Abstract

This research examined the influence of computational simulation in the development of technological competences applied to medical physics, focusing on students of higher professional training cycles. Through a quantitative design and pre-experimental methodology, performance was evaluated by means of validated instruments, processing the data with rigorous statistical analysis. The results showed significant advances in the general mastery of technological tools, as well as in specific dimensions: technical skills, analytical reasoning, information management and ethical awareness in digital environments. The findings confirm that computational simulation not only reinforces practical skills, but also fosters critical and responsible scientific abilities. The study thus supports its pedagogical effectiveness, suggesting its systematic implementation in the teaching of applied disciplines to enhance a comprehensive training, where technology acts as a bridge between theoretical knowledge and its professional application.

Keywords:

Computational simulation, Technological competences, Medical physics, Science education, Analytical skills.

Resumo

Esta pesquisa examinou a influência da simulação computacional no desenvolvimento de competências tecnológicas aplicadas à física médica, com foco em alunos de ciclos superiores de formação profissional. Por meio de um projeto quantitativo e de uma metodologia pré-experimental, o desempenho foi avaliado com instrumentos validados, processando-se os dados com rigorosa análise estatística. Os resultados mostraram um progresso significativo no domínio geral das ferramentas tecnológicas, bem como em dimensões específicas: habilidades técnicas, raciocínio analítico, gerenciamento de informações e consciência ética em ambientes digitais. Os resultados confirmam que a simulação por computador não apenas reforça as habilidades práticas, mas também promove habilidades científicas críticas e responsáveis. O estudo, portanto, apoia sua eficácia pedagógica, sugerindo sua implementação sistemática no ensino de disciplinas aplicadas para aprimorar um treinamento abrangente, em que a tecnologia atua como uma ponte entre o conhecimento teórico e sua aplicação profissional.

Palavras-chave:

Simulação computacional, Competências tecnológicas, Física médica, Educação científica, Habilidades analíticas.

Contenido

Revisión por pares	6
Peer Review	6
Sobre los autores/ About the authors	8
Resumen	10
Abstract	10
Resumo	11
Introducción	18
La Revolución Digital en la Enseñanza de la Física Médica	18
Capítulo 1	21
La Integración de Tecnologías Innovadoras en la Enseñanza de la Física Médica	21
Avances Globales en la Incorporación de Tecnologías Educativas	21
Aplicaciones Específicas en la Enseñanza de Física Médica	22
La Competencia en Uso de Tecnología en Física Médica: Necesidades y Desafíos	23
Directrices Internacionales y Retos Regionales	23
Relevancia Clínica y Aplicaciones Médicas	24
La Simulación Computacional como Estrategia Didáctica	24
Desafíos en la Implementación y Formación Docente	24
Situación Local y Necesidad de Investigación	25
Evaluación del Impacto de la Simulación Computacional en el Desarrollo de Competencias Tecnológicas en Física Médica	25
Aportes Prácticos	27
Innovación Metodológica	27
Alcances, Limitaciones y Consideraciones Éticas	27
Limitaciones Reconocidas	28
Capítulo 2	30
El Rol de la Simulación Computacional en la Educación Científica	30
Estudios sobre Simulación en Educación Médica y Ciencias de la Salud	30
Aplicaciones de la Simulación en Educación en Física y Modelización Computacional	31
Aplicaciones de la Simulación en la Educación Médica y Odontológica	32
Implementación de Simulaciones en la Enseñanza de Ingeniería y Ciencias Básicas	33
Teorías que sustentan el estudio de la simulación computacional y la competencia de uso de la tecnología	34
Teoría del aprendizaje tecnológico.	34
Teoría de la complejidad cognitiva de John Sweller.	35
Teoría de la atención selectiva de Donald Broadbent.	36
Teoría de la representación mental de Richard Mayer.	37
Teoría del conectivismo.	38

Base conceptual de la Simulación computacional	40
Definición de simulación computacional.	40
Simulaciones en la física médica.	41
Tipos de simuladores computacionales genéricos.	42
Tipos de simuladores específicos en física médica.	43
Software para simulación computacional en física médica	43
Herramientas de análisis y visualización de datos en física médica	45
Aplicaciones de la inteligencia artificial en la física médica	47
Base conceptual de la Competencia de uso de la tecnología en educación superior	48
Definición de la competencia uso de la tecnología	48
Competencia uso tecnología en estudiantes de física médica.	49
Capacidades de la competencia uso tecnología en estudiantes de física médica	50
Habilidades técnicas:	50
Capacidades analíticas:	50
Actitudes y ética digital:	51
Definición de términos básicos	51
Capítulo 3	55
Implementación de Simulación Computacional	55
Naturaleza y Objetivos de la Investigación	55
Diseño de Investigación	56
Proyecciones	57
Muestra	57
Técnicas e instrumento de recolección de datos	60
Técnica: encuesta	60
Instrumento: Cuestionario sobre competencia uso de la tecnología en física médica	61
Estructura del cuestionario	61
Baremo	61
Validación y confiabilidad	62
Técnicas de procesamiento y análisis de datos	62
Aspectos éticos	63
Capítulo 4	65
Evaluación del Impacto de la Simulación Computacional	65
Análisis Multidimensional de los Resultados Obtenidos	65
Metodología de Presentación e Interpretación de Datos	66
Hallazgos Relevantes y sus Implicaciones Educativas	66
VD: competencia en el uso de la tecnología en física médica	67
Dimensión 1: habilidades técnicas en el uso de la tecnología en física médica	68
Indicadores de la dimensión 1	70
Dimensión 2: capacidades analíticas en el uso de la tecnología en física médica	71

Indicadores de la dimensión 2	72
Dimensión 3: capacidades de gestión de información en el uso de la tecnología en física médica	74
Indicadores de la dimensión 3	75
Dimensión 4: actitudes y ética digital en el uso de la tecnología en física médica	76
Prueba de hipótesis	78
Comprobación de hipótesis Específica 1	80
Comprobación de hipótesis Específica 3	82
Comprobación de hipótesis específica 4	83
Discusión de los resultados	84
Conclusiones	87
Recomendaciones	88
Referencias	90

Figuras

Figura 1. Competencia tecnológica en física médica: pre y post simulación	68
Figura 2. Competencia técnica en física médica antes/después de simulación	69
Figura 3. Análisis tecnológicos en física médica pre/post intervención	72
Figura 4. Competencias informacionales en física médica pre/post intervención	75
Figura 5. Actitudes y ética digital en física médica: pre/post simulación	77

Tablas

Tabla 1. Software de simulación computacional en física médica	44
Tabla 2. Herramientas de análisis y visualización de datos en física médica	45
Tabla 3. Población de estudio	57
Tabla 4. Variables	59
Tabla 4. Baremo del cuestionario	62
Tabla 5. Competencia tecnológica en física médica: comparativa pre y post simulación computacional	67
Tabla 6. Habilidades técnicas en física médica pre/post simulación	68
Tabla 7. Indicadores D1: Habilidades técnicas en física médica pre/post simulación	70
Tabla 8. Habilidades analíticas en física médica antes/después simulación	71
Tabla 9. Indicadores de la dimensión 2	72
Tabla 10. Capacidad de gestión informativa en física médica: pre/post simulación	74
Tabla 11. Indicadores de la dimensión 3	75
Tabla 12. Actitudes digitales en física médica antes/después simulación	76
Tabla 13. Indicadores de la dimensión 4	77
Tabla 14. Prueba de Shapiro Wilk de la puntuación de las variables observadas	78
Tabla 15. Contraste de la hipótesis general	80
Tabla 16. Contraste de la hipótesis específica 1	81
Tabla 17. Contraste de la hipótesis específica 2	82
Tabla 18. Contraste de la hipótesis específica 3	83
Tabla 19. Contraste de la hipótesis específica 4	84

Simulaciones del Saber

La tecnología como herramienta de aprendizaje en física médica

Introducción

La Revolución Digital en la Enseñanza de la Física Médica

La educación superior enfrenta un desafío sin precedentes: la rápida evolución de las tecnologías exige que los profesionales del mañana dominen herramientas digitales avanzadas desde su formación académica. En el campo de la Física Médica, esta necesidad es aún más crítica, ya que los estudiantes deben desarrollar no solo conocimientos teóricos, sino también competencias técnicas aplicadas a entornos clínicos y de investigación. Sin embargo, un problema persistente limita su preparación: la escasa integración de metodologías innovadoras que fomenten el dominio tecnológico en áreas clave como el procesamiento de datos médicos, la interpretación de imágenes diagnósticas y la aplicación de principios éticos en entornos digitales. Este estudio surge como respuesta a esa brecha, analizando cómo la simulación computacional puede revolucionar la enseñanza de la Física Médica, proporcionando a los estudiantes experiencias prácticas que replican escenarios reales del ámbito profesional.

Metodología: Simulación Computacional como Herramienta de Transformación Educativa

Para evaluar el impacto de esta innovación pedagógica, se implementó un diseño de investigación cuantitativo con enfoque preexperimental, trabajando con una muestra de 30 estudiantes de ciclos avanzados de la carrera de Física. La intervención consistió en la aplicación de simulaciones computacionales especializadas, diseñadas para fortalecer la competencia “Uso de tecnología en Física Médica”. Mediante un cuestionario validado, se midieron las habilidades antes y después de la intervención, abarcando cuatro dimensiones clave: competencias técnicas, análisis de datos, gestión de información y ética digital. Los resultados fueron contundentes: las habilidades técnicas experimentaron un salto cualitativo, con un aumento del 3.3% al 23.3% en el nivel de mayor dominio. Las capacidades analíticas y de gestión de información mostraron avances aún más significativos, alcanzando un 60.0% y 73.3% de estudiantes en el nivel “Logrado”, respectivamente. Además, la conciencia ética en el uso de tecnologías médicas se incrementó notablemente, pasando de un 6.7% a un 23.3%. Estos datos fueron respaldados por análisis estadísticos rigurosos, utilizando pruebas *t* de Student para muestras relacionadas, confirmando que las diferencias entre las evaluaciones iniciales y finales eran estadísticamente significativas.

Implicaciones y Futuro de la Educación en Física Médica

Este estudio no solo valida la eficacia de la simulación computacional como estrategia educativa, sino que también establece un precedente para la modernización de los currículos en ciencias de la salud. Los hallazgos demuestran que esta metodología no se limita a mejorar habilidades instrumentales; también cultiva un pensamiento crítico y ético, esencial para enfrentar los dilemas tecnológicos del ámbito médico. Además, el trabajo aporta una herramienta concreta para la comunidad académica: un instrumento validado que permite medir el progreso en competencias tecnológicas, facilitando su aplicación en otras instituciones. El impacto trasciende lo académico, ya que los profesionales formados bajo este modelo estarán mejor preparados para integrarse en hospitales, centros de investigación y la industria de equipos médicos, donde la precisión técnica y el manejo responsable de datos son indispensables. A futuro, este estudio abre la puerta a investigaciones más amplias sobre la integración de inteligencia artificial y realidad virtual en la enseñanza, consolidando un paradigma educativo donde la tecnología no sea solo un complemento, sino el eje central de la formación científica.

Capítulo 1

La Integración de Tecnologías Innovadoras en la Enseñanza de la Física Médica

Avances Globales en la Incorporación de Tecnologías Educativas

En el ámbito internacional contemporáneo, se ha generado un importante cuerpo de investigación que analiza sistemáticamente la implementación de herramientas tecnológicas y metodologías pedagógicas innovadoras en la enseñanza de las ciencias y disciplinas tecnológicas. Los distintos continentes han desarrollado aproximaciones particulares a esta problemática educativa, adaptándose a sus contextos y necesidades específicas.

En el contexto europeo, las instituciones de educación superior han logrado incorporar con notable éxito sistemas de simulación computarizada dentro de los programas de maestría en modalidad a distancia. Este enfoque educativo ha permitido que los estudiantes desarrollen competencias fundamentales en diseño computacional y desarrollo de software especializado, particularmente relevante en campos como la bioingeniería y la física médica aplicada (Arras et al., 2022). Los resultados de estas implementaciones muestran una mejora sustancial en las capacidades de los egresados para integrarse al mercado laboral tecnológico.

Por otro lado, en el continente asiático, los programas académicos equivalentes han orientado sus esfuerzos hacia el desarrollo de habilidades en electrónica avanzada y programación de software especializado, con un enfoque particular en aplicaciones médicas (Quiroz et al., 2021). Este modelo educativo ha demostrado ser particularmente efectivo para formar profesionales capaces de adaptarse a los rápidos cambios tecnológicos en el sector salud.

En América Latina, las investigaciones recientes han destacado la importancia fundamental de incorporar el pensamiento computacional desde los niveles básicos de educación. Estudios realizados en varios países de la región han demostrado que esta aproximación temprana permite a los estudiantes desarrollar habilidades analíticas esenciales para resolver problemas complejos propios de la física médica (Quiroz et al., 2021). Este enfoque representa una base sólida para la posterior especialización en educación superior.

Aplicaciones Específicas en la Enseñanza de Física Médica

La implementación de sistemas de simulación computacional en el ámbito específico de la física médica ha generado resultados particularmente alentadores en diversas latitudes. En España, por ejemplo, se han logrado avances significativos mediante la integración de tecnologías de realidad virtual con enfoques pedagógicos basados en pensamiento computacional, mejorando sustancialmente las capacidades de resolución de problemas clínicos complejos (Reyes et al., 2023). Estos desarrollos han permitido crear entornos educativos inmersivos que replican situaciones reales de práctica médica.

En el contexto peruano, la introducción de simuladores virtuales en la enseñanza de física elemental ha demostrado un impacto positivo en el desarrollo de competencias investigativas entre los estudiantes (Castro et al., 2021). Estas herramientas han facilitado la comprensión de conceptos abstractos mediante representaciones visuales interactivas, mejorando significativamente los resultados de aprendizaje.

Ecuador, por su parte, ha mostrado un desarrollo notable a través del Instituto de Simulación Computacional de la Universidad San Francisco de Quito, que ha impulsado activamente proyectos innovadores en áreas como el diseño de nuevos materiales biomédicos y tecnologías de diagnóstico por imágenes (Topón et al., 2019). Estas iniciativas han contribuido a formar profesionales con habilidades técnicas muy valoradas en el mercado laboral médico-tecnológico.

La Competencia en Uso de Tecnología en Física Médica: Necesidades y Desafíos

El desarrollo de la competencia en “Uso de tecnología en Física Médica” se ha convertido en un requisito indispensable para los profesionales del área, dada la creciente demanda de perfiles especializados en el sector de dispositivos médicos (Laguardía et al., 2019). Investigaciones recientes han establecido una correlación significativa entre el dominio de competencias digitales y el rendimiento académico en estudiantes universitarios, particularmente en modalidades de educación a distancia (Humanante et al., 2019).

La pandemia de COVID-19 sirvió como catalizador para demostrar la utilidad de los sistemas de simulación como herramienta educativa, permitiendo la continuidad de los procesos formativos en circunstancias adversas (Castro et al., 2021). Esta experiencia ha dejado valiosas lecciones sobre la importancia de contar con infraestructura tecnológica adecuada en las instituciones educativas.

En el contexto latinoamericano actual, se observa una incorporación progresiva pero desigual de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación superior relacionada con física médica (Arras et al., 2022). Estudios regionales han comenzado a evaluar las competencias digitales en estudiantes de ciencias de la salud, proporcionando información valiosa para el diseño de programas de mejora (Humanante et al., 2019).

Directrices Internacionales y Retos Regionales

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) publicó en 2021 lineamientos actualizados para la formación académica y entrenamiento clínico de físicos médicos en América Latina, con el objetivo de mejorar la calidad y sostenibilidad de los programas educativos (Laguardía et al., 2019). Estas recomendaciones enfatizan la necesidad de adaptar las metodologías a las particularidades locales.

Investigaciones recientes han destacado el papel fundamental de las herramientas tecnológicas en la relación pedagógica entre docentes y estudiantes (Topón et al., 2019). Sin embargo, persisten desafíos significativos en la formación universitaria en tecnologías de física médica en la región, incluyendo la brecha digital y el acceso limitado a recursos tecnológicos en muchas áreas.

Relevancia Clínica y Aplicaciones Médicas

El dominio de esta competencia resulta crucial para el avance de la medicina moderna, particularmente en áreas especializadas como la imagenología diagnóstica (Arras et al., 2022). Las técnicas de radiología, tomografía computarizada y resonancia magnética, entre otras, requieren profesionales con formación tecnológica sólida para su correcta implementación clínica.

En el campo de la radioterapia, donde se emplean radiaciones ionizantes para el tratamiento del cáncer, el manejo tecnológico preciso es fundamental para garantizar tanto la eficacia terapéutica como la seguridad de los pacientes (Castro et al., 2021). Similar importancia reviste el área de protección radiológica, que salvaguarda tanto a pacientes como a profesionales (Humanante et al., 2019).

Los avances en cirugía robótica, terapia génica, inmunoterapia celular y secuenciación genómica dependen críticamente del manejo experto de tecnologías avanzadas (Laguardia et al., 2019; Quiroz et al., 2021). La continua evolución de la tecnología médica ha transformado radicalmente la atención sanitaria, mejorando los procesos de prevención, diagnóstico y tratamiento (Topón et al., 2019).

La Simulación Computacional como Estrategia Didáctica

En este contexto, la simulación computacional emerge como una estrategia pedagógica particularmente adecuada para desarrollar la competencia tecnológica en física médica. Como demuestran diversas investigaciones, esta herramienta proporciona un entorno seguro y controlado para la experimentación con conceptos complejos (Malca, 2019; Sinchi, 2018).

Además, favorece el desarrollo de habilidades prácticas esenciales para el manejo de equipos médicos tecnológicos (Soledad, 2021). Su implementación en el contexto peruano, sin embargo, enfrenta obstáculos significativos como la brecha digital y la disponibilidad limitada de recursos tecnológicos en muchas regiones (Sunkel & Trucco, 2012).

Desafíos en la Implementación y Formación Docente

La insuficiente capacitación del cuerpo docente en el manejo de estas tecnologías y metodologías innovadoras representa otra barrera importante (Lion, 2019). A esto se suma la inversión insuficiente en infraestructura tecnológica y diseño curricular adecuado (OIEA, 2010).

Aunque la simulación computacional ha demostrado ser valiosa en física médica (Sinchi, 2018; Malca, 2019), su integración efectiva requiere comprender y valorar adecuadamente sus potencialidades (Soledad, 2021). La resistencia al cambio de paradigmas educativos tradicionales también limita su adopción (Lion, 2019).

Situación Local y Necesidad de Investigación

En el caso específico de la Universidad Nacional de Piura, los estudiantes de física médica enfrentan desafíos particulares en el desarrollo de competencias tecnológicas. La brecha digital, sumada a las limitaciones en formación docente e infraestructura, dificulta la implementación efectiva de herramientas como la simulación computacional.

Mientras a nivel internacional se destacan los éxitos de estas tecnologías educativas, la situación local evidencia una disparidad que requiere intervenciones específicas. Investigar la eficacia de la simulación computacional para fortalecer las competencias tecnológicas en este contexto resulta imperativo, pudiendo generar valiosas directrices para mejorar la formación en física médica.

Evaluación del Impacto de la Simulación Computacional en el Desarrollo de Competencias Tecnológicas en Física Médica

El vertiginoso avance de las tecnologías aplicadas al campo de la medicina ha generado una creciente necesidad de profesionales capacitados en el manejo de equipos médicos complejos. En este contexto, surge como problema de investigación fundamental: *¿De qué manera la implementación de estrategias de simulación computacional influye en el desarrollo de la competencia “Uso de tecnología de Física médica” en estudiantes de los ciclos VII al X de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura durante el 2023?*^{**}

Esta interrogante adquiere especial relevancia al considerar que:

- El 78% de los hospitales de referencia regional reportan dificultades para encontrar físicos médicos con dominio tecnológico avanzado (MINSA, 2022)
- Solo el 35% de los programas de física médica en universidades peruanas incorporan sistemáticamente tecnologías de simulación en su formación práctica

- Existe una brecha del 42% entre las competencias tecnológicas requeridas por el sector salud y las desarrolladas en la formación académica tradicional

La investigación se sustenta teóricamente en el Constructivismo de Piaget y la Teoría del Aprendizaje Experiencial de Kolb, que postulan que el conocimiento se construye activamente a través de la interacción con el entorno. Las simulaciones computacionales permiten crear entornos de aprendizaje inmersivos donde los estudiantes pueden experimentar, cometer errores y reflexionar sobre sus acciones sin riesgos para pacientes reales.

Objetivos de la Investigación: determinar el grado de influencia que tiene la implementación sistemática de simulaciones computacionales en el desarrollo integral de la competencia “Uso de tecnología de Física médica”, evaluando sus efectos en cuatro dimensiones clave: habilidades técnicas, capacidades analíticas, gestión de información, y actitudes y ética digital.

Objetivos Específicos

- Evaluar el impacto en habilidades técnicas: Medir cómo la simulación mejora la capacidad para operar equipos médicos tecnológicos, interpretar parámetros técnicos y resolver problemas instrumentales específicos.
- Analizar el desarrollo de capacidades analíticas: Determinar en qué medida las simulaciones favorecen el pensamiento crítico necesario para interpretar resultados y tomar decisiones fundamentadas en contextos clínicos simulados.
- Examinar la gestión de información: Evaluar cómo estas herramientas tecnológicas desarrollan habilidades para buscar, seleccionar y utilizar información técnica especializada de manera efectiva.
- Valorar actitudes y ética digital: Establecer el impacto en la formación de conductas profesionales responsables respecto al uso de tecnologías médicas, incluyendo aspectos de seguridad y privacidad de datos.

Contribuciones Teóricas

Esta investigación representa un avance significativo en tres dimensiones teóricas:

1. Amplía el marco del constructivismo al contexto digital, demostrando cómo las simulaciones facilitan la construcción activa del conocimiento.
2. Valida empíricamente la Teoría del Aprendizaje Experiencial en entornos virtuales de alta complejidad técnica.

3. Propone un modelo integrado para el desarrollo de competencias tecnológicas en educación médica superior.

Aportes Prácticos

- Para instituciones educativas: Proporciona evidencia para la toma de decisiones sobre inversión en infraestructura tecnológica y capacitación docente.
- Para estudiantes: Ofrece oportunidades de aprendizaje experiencial que reducen la curva de adaptación al entorno laboral real.
- Para el sistema de salud: Contribuye a mejorar la calidad de los servicios mediante la formación de profesionales mejor preparados.

Innovación Metodológica

El estudio desarrolló y validó un instrumento de evaluación con:

- Coeficiente Kr-20 de 0.89 (altamente confiable)
- Validación por juicio de expertos con índice de concordancia del 92%
- Capacidad para medir las cuatro dimensiones de la competencia de manera integral

Alcances, Limitaciones y Consideraciones Éticas

Alcances de la Investigación

- Evaluación rigurosa: Diseño preexperimental que permite establecer relaciones causales preliminares entre la intervención y los resultados.
- Aplicabilidad inmediata: Resultados directamente transferibles al rediseño curricular del programa de física médica.
- Escalabilidad: Metodología replicable en otras instituciones con contextos similares.

Limitaciones Reconocidas

- Muestra limitada: 30 estudiantes de una sola institución (se recomienda ampliar a otras universidades en futuras investigaciones)
- Variables no controladas: Posible influencia de factores externos como motivación individual o acceso a recursos complementarios
- Duración temporal: Intervención limitada a un semestre académico (se sugiere evaluar impactos a largo plazo)

Finalmente, los resultados de esta investigación proporcionan evidencia sólida sobre la efectividad de la simulación computacional como herramienta pedagógica, sentando las bases para transformaciones curriculares que respondan a las demandas actuales del sector salud. Los hallazgos destacan particularmente el potencial de estas tecnologías para desarrollar no solo habilidades técnicas, sino también el pensamiento crítico y la ética profesional necesarios en el ejercicio de la física médica contemporánea.

Capítulo 2

El Rol de la Simulación Computacional en la Educación Científica

Estudios sobre Simulación en Educación Médica y Ciencias de la Salud

La investigación de Serna y Martínez (2018) representa un aporte significativo al campo de la educación médica, al demostrar sistemáticamente la eficacia de las técnicas de simulación como facilitadoras del aprendizaje. En su estudio desarrollado en la Escuela de Ciencias de la Salud de la Universidad Pontificia Bolivariana, los investigadores implementaron un riguroso diseño experimental puro con una muestra probabilística de 104 estudiantes, lo que permitió obtener resultados altamente confiables. El trabajo destacó particularmente cómo las simulaciones de fácil acceso -desde maniqués interactivos hasta entornos virtuales- no solo mejoraban la retención de conocimientos teóricos, sino que especialmente potenciaban el desarrollo de competencias prácticas esenciales para el ejercicio clínico. Entre los hallazgos más relevantes se encuentra la capacidad de estos métodos para proporcionar retroalimentación inmediata, permitiendo

a los estudiantes identificar y corregir errores en tiempo real, un aspecto crítico en la formación médica. A pesar de su demostrada efectividad, el estudio reveló que estas herramientas seguían siendo subutilizadas en los currículos regulares, identificando como principales barreras la resistencia al cambio pedagógico y la percepción de altos costos de implementación.

Complementando estos hallazgos, la investigación de Porras (2021) en la Universidad de Costa Rica adoptó un enfoque cualitativo innovador para analizar las experiencias de aprendizaje en el Laboratorio de Física Médica Computacional. A través de entrevistas en profundidad y análisis de narrativas, el estudio reveló cómo la combinación de métodos computacionales (como análisis cuantitativo de imágenes médicas y simulaciones de transporte de radiación) con espacios de mentoría empáticos generaba un ecosistema de aprendizaje particularmente efectivo. Los testimonios de los nueve participantes demostraron que esta aproximación no solo fortalecía las habilidades técnicas específicas de la física médica, sino que también desarrollaba competencias transversales como el trabajo en equipo, la comunicación científica y el pensamiento crítico. Un hallazgo especialmente relevante fue la identificación del componente lúdico como facilitador del aprendizaje profundo, sugiriendo que la incorporación de elementos gamificados en las simulaciones podría potenciar su impacto educativo.

Aplicaciones de la Simulación en Educación en Física y Modelización Computacional

El estudio de Rodríguez et al. (2021) en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia amplió el campo de aplicación de las simulaciones al contexto de la enseñanza de la electrodinámica a nivel preuniversitario. Mediante un metaanálisis riguroso de diversos simuladores gráficos, los investigadores desarrollaron un marco evaluativo multidimensional que consideraba ocho criterios clave, desde aspectos técnicos como funcionalidad y portabilidad hasta dimensiones pedagógicas como la propuesta didáctica. La identificación de PHET y Crocodile como las plataformas más efectivas no solo proporcionó evidencia concreta sobre herramientas específicas, sino que además estableció parámetros objetivos para la selección de simuladores educativos. Este trabajo es particularmente valioso por demostrar cómo tecnologías inicialmente diseñadas para educación superior pueden adaptarse exitosamente a niveles educativos previos, siempre que se realice una cuidadosa adecuación didáctica.

En una perspectiva más amplia, la investigación transdisciplinar de Barreto et al. (2022) exploró las aplicaciones de la modelización computacional en diversos contextos educativos, desde educación básica hasta formación docente. El empleo de la simulación multimétodo permitió demostrar cómo estos enfoques

pueden adaptarse a diferentes niveles de complejidad y áreas de conocimiento. Un logro destacable de este trabajo fue la consolidación de la Red Regional de Modelación Computacional para la Educación, que ha permitido llevar talleres de alfabetización computacional a comunidades como Sumapaz, beneficiando a más de 200 personas. Este aspecto social del estudio subraya el potencial democratizador de estas tecnologías cuando se implementan con una visión inclusiva.

La revisión sistemática de Valarezo et al. (2023) proporciona una visión panorámica del estado actual de la simulación y realidad virtual en educación. Al analizar fuentes de Google Académico utilizando descriptores validados por la UNESCO, los investigadores identificaron patrones comunes en su aplicación a través de diversas disciplinas, desde ciencias de la salud hasta ingeniería y diseño. El estudio reveló una paradoja significativa: mientras estas tecnologías demuestran un potencial transformador para los procesos educativos, su adopción sigue siendo fragmentada y desigual. Las barreras identificadas -desde limitaciones económicas hasta resistencia institucional- plantean importantes desafíos para su implementación a gran escala. Este trabajo es particularmente valioso por establecer un marco conceptual para entender tanto las oportunidades como los obstáculos en la integración de tecnologías inmersivas en educación, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y políticas educativas innovadoras.

Aplicaciones de la Simulación en la Educación Médica y Odontológica

El estudio realizado por Matsumura et al. (2018) en la Universidad Mayor de San Marcos representa una contribución significativa al campo de la educación médica, específicamente en las especialidades de obstetricia y ginecología. Los investigadores implementaron un diseño experimental riguroso utilizando simuladores de tercera y cuarta generación, demostrando cómo un enfoque estructurado basado en retroalimentación inmediata y dificultad progresiva puede optimizar el desarrollo de competencias clínicas. Los resultados mostraron mejoras notables en el desempeño de los estudiantes, particularmente en situaciones que requieren toma de decisiones rápidas y precisas. Un hallazgo clave fue el papel de la simulación como herramienta para promover la seguridad del paciente, permitiendo a los estudiantes cometer errores y aprender de ellos en un entorno controlado antes de enfrentarse a casos reales. El estudio no solo validó la eficacia de esta metodología, sino que también planteó importantes cuestiones sobre su implementación óptima, sugiriendo la necesidad de investigaciones adicionales para determinar la frecuencia e intensidad ideales de las sesiones

de simulación. Desde una perspectiva teórica, esta investigación refuerza los principios del aprendizaje experiencial, mientras que metodológicamente ofrece un marco detallado para la integración de simuladores de alta fidelidad en los currículos médicos.

En el campo de la odontología, Saravia y Cupe (2022) realizaron un estudio pionero en la Universidad Peruana Cayetano Heredia, evaluando el impacto de la simulación computacional en el aprendizaje de procedimientos restauradores. La investigación, que involucró a 45 estudiantes de ciclos avanzados, demostró mejoras significativas en la precisión técnica y la comprensión conceptual de los procedimientos odontológicos. Un aspecto innovador de este trabajo fue su enfoque en comparar tanto procedimientos restauradores directos como indirectos, proporcionando evidencia sobre la versatilidad de las herramientas de simulación. Los autores destacaron cómo estas tecnologías permiten a los estudiantes practicar repetidamente técnicas complejas sin riesgo para los pacientes, acelerando su curva de aprendizaje. Además, el estudio hizo una importante contribución al debate sobre la modernización de la educación odontológica, sugiriendo que la simulación computacional podría ser particularmente valiosa en contextos con recursos limitados, donde el acceso a pacientes para prácticas puede ser restringido. Los resultados apoyan la integración de estas herramientas como complemento -no reemplazo- de la formación clínica tradicional, ofreciendo un modelo híbrido que podría revolucionar la educación dental en el Perú y otros países en desarrollo.

Implementación de Simulaciones en la Enseñanza de Ingeniería y Ciencias Básicas

La investigación de Sinchi (2018) en la Universidad Nacional de Ingeniería abordó el desafío de enseñar circuitos eléctricos a estudiantes de ingeniería mecánica, una población que tradicionalmente muestra dificultades con estos conceptos abstractos. El estudio, aunque con una muestra limitada de 12 participantes, demostró el potencial de las simulaciones computacionales para transformar la enseñanza de conceptos técnicos complejos. El diseño experimental, que incluyó 8 sesiones cuidadosamente estructuradas, permitió documentar mejoras significativas en la comprensión de los principios fundamentales de los circuitos eléctricos. Un aspecto notable fue la capacidad de las simulaciones para visualizar fenómenos invisibles (como el flujo de corriente) y permitir la manipulación interactiva de variables, facilitando un aprendizaje más profundo y duradero. El trabajo de Sinchi aporta evidencia valiosa sobre cómo estas herramientas pueden cerrar la brecha entre la teoría abstracta y la aplicación práctica, particularmente en campos interdisciplinarios donde los

estudiantes necesitan dominar conceptos fuera de su especialización principal. Metodológicamente, el estudio ofrece un modelo replicable para evaluar el impacto de intervenciones educativas tecnológicas, destacando la importancia de diseños experimentales rigurosos incluso en muestras pequeñas.

Estos tres estudios, aunque desarrollados en contextos disciplinares distintos, convergen en demostrar el valor transformador de la simulación computacional en la educación superior. Desde la formación de cirujanos hasta la enseñanza de conceptos de ingeniería, las tecnologías de simulación están redefiniendo los paradigmas educativos al permitir:

1. Aprendizaje experiencial sin riesgos
2. Repetición ilimitada de procedimientos complejos
3. Retroalimentación inmediata y personalizada
4. Visualización de conceptos abstractos
5. Desarrollo de competencias técnicas y de toma de decisiones

Sin embargo, los investigadores coinciden en señalar desafíos pendientes, incluyendo la necesidad de:

- Mayor acceso a tecnologías de simulación de alta calidad en instituciones con recursos limitados
- Desarrollo de estándares para la integración curricular efectiva de estas herramientas
- Capacitación docente en el uso pedagógico óptimo de las simulaciones
- Investigaciones longitudinales que evalúen la retención a largo plazo de los aprendizajes

Estos estudios constituyen una base sólida para futuras investigaciones que exploren cómo optimizar el potencial de la simulación computacional en diversos contextos educativos, particularmente en países en desarrollo donde la innovación educativa puede tener un impacto transformador en la calidad de la formación profesional.

Teorías que sustentan el estudio de la simulación computacional y la competencia de uso de la tecnología

Teoría del aprendizaje tecnológico.

La Teoría del Aprendizaje Tecnológico (TAT) es otro pilar teórico crucial en la intersección entre la educación y las tecnologías emergentes, especialmente

en el ámbito de la simulación computacional. De acuerdo con Zhu et al. (2016), esta teoría subraya cómo las tecnologías pueden ser utilizadas para promover la adquisición de conocimientos y habilidades, y cómo los usuarios pueden adaptar su aprendizaje en función de las capacidades tecnológicas disponibles.

La TAT, inspirada en gran parte por la teoría constructivista de aprendizaje, sostiene que el aprendizaje tecnológico se produce mejor cuando los estudiantes están activamente involucrados en el proceso, y son capaces de construir su propio conocimiento a través de la interacción con la tecnología (Jonassen, 2000). Esta interacción no es unidireccional; más bien, es una relación dinámica en la que tanto los estudiantes como la tecnología se influyen mutuamente en un ciclo de retroalimentación continua.

En el contexto de la simulación computacional en la física médica, el papel de la tecnología va más allá de ser simplemente una herramienta para la enseñanza; se convierte en un entorno de aprendizaje en sí mismo. En este entorno, los estudiantes pueden explorar, experimentar y aprender de manera activa, construyendo su propio conocimiento y competencias. Este enfoque es particularmente relevante para mejorar la competencia “Uso de tecnología de Física médica”, ya que la simulación computacional puede brindar oportunidades para la práctica autónoma, el aprendizaje basado en la exploración y la experimentación, y el desarrollo de habilidades críticas de resolución de problemas.

Vale la pena señalar, sin embargo, que el éxito del aprendizaje tecnológico no depende únicamente de la tecnología en sí. Como sugiere Mishra y Koehler (2006), el uso efectivo de la tecnología en la educación requiere un equilibrio entre el conocimiento tecnológico, el conocimiento pedagógico y el conocimiento del contenido, un concepto conocido como Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK). Esta intersección permite a los docentes y estudiantes utilizar la tecnología de manera efectiva para facilitar el aprendizaje, adaptarse a los desafíos y maximizar las oportunidades de aprendizaje que la tecnología puede brindar.

Por ende, esta teoría ofrece un marco valioso para comprender cómo la simulación computacional puede mejorar la competencia “Uso de tecnología de Física médica”. Ya que implica una integración dinámica de conocimientos y habilidades tecnológicas, pedagógicas y de contenido, y destaca el papel activo de los estudiantes en la construcción de su propio aprendizaje a través de la interacción con la tecnología.

Teoría de la complejidad cognitiva de John Sweller.

La Teoría de la Carga Cognitiva de John Sweller (1988), es una teoría crucial para entender cómo se desarrolla el aprendizaje en contextos donde la complejidad cognitiva es alta, como en la Física Médica. Esta teoría propone que el aprendizaje

se produce más efectivamente cuando se optimiza la carga cognitiva, es decir, la cantidad de información que se procesa en la memoria de trabajo en un momento dado.

Según esta teoría, el uso eficaz de la memoria de trabajo es esencial para el aprendizaje. La memoria de trabajo tiene una capacidad limitada, por lo que es importante controlar la cantidad de información que se presenta a los estudiantes a la vez. La sobrecarga cognitiva puede ocurrir cuando se presenta demasiada información a la vez, lo que puede dificultar el procesamiento de información y, en última instancia, el aprendizaje.

La simulación computacional, en este contexto, puede desempeñar un papel vital para regular la carga cognitiva. Las simulaciones permiten a los estudiantes explorar y manipular modelos y conceptos complejos en un entorno interactivo y controlado, lo que puede reducir la carga cognitiva y facilitar el aprendizaje (De Jong, 2006).

Por otra parte, Sweller también propone el principio de la “modularidad”, sugiriendo que los problemas complejos se deben descomponer en componentes más manejables para facilitar el aprendizaje. Este principio es particularmente relevante en el contexto de la simulación computacional, donde los conceptos y procedimientos complejos pueden ser desglosados en módulos interactivos que facilitan la comprensión y la adquisición de habilidades.

Asimismo, el concepto de la carga cognitiva intrínseca, que se refiere a la complejidad inherente de la materia, es particularmente relevante en el ámbito de la Física Médica. El uso de la simulación computacional puede ayudar a manejar esta carga, al presentar los conceptos complejos de una manera más visual y tangible, permitiendo a los estudiantes manipular y experimentar con los conceptos, y mejorando así su comprensión y retención (Kalyuga et al., 2003).

En este marco de ideas, la Teoría de la Carga Cognitiva ofrece un marco valioso, dado que al optimizar la carga cognitiva y permitir un aprendizaje más interactivo y experimental, la simulación computacional puede facilitar la adquisición de conocimientos y habilidades en este campo.

Teoría de la atención selectiva de Donald Broadbent.

La Teoría de la Atención Selectiva de Donald Broadbent (1958), ofrece un marco útil para entender cómo los estudiantes procesan la información en entornos de simulación computacional. Esta teoría sostiene que la atención funciona como un filtro, permitiendo solo cierta información llegar a la conciencia mientras que el resto queda en un estado de “espera”.

Broadbent propuso que las personas solo pueden prestar atención a una cantidad limitada de información a la vez y que el “filtro” de la atención determina qué información se procesa (Broadbent, 1958). En el contexto de la simulación computacional, esto puede implicar la selección de ciertas características o componentes de la simulación para enfocar la atención mientras se ignoran otros.

La relevancia de la teoría de Broadbent en el marco de la competencia “Uso de tecnología de Física médica” radica en la capacidad de los estudiantes para concentrarse en los aspectos críticos de las simulaciones computacionales. Dado que estas simulaciones pueden ser complejas y contener una gran cantidad de información, la capacidad de los estudiantes para seleccionar y procesar la información relevante es crucial para su éxito (Wickens, 2002).

A la par, esta teoría puede ser particularmente relevante en el contexto de la simulación computacional en la Física Médica debido a la naturaleza compleja y multidimensional de este campo. La simulación computacional permite presentar múltiples capas de información simultáneamente, lo que significa que los estudiantes deben ser capaces de filtrar y seleccionar la información relevante para su tarea o aprendizaje en particular (Mayer & Moreno, 2003).

Esta teoría de Broadbent ofrece una valiosa perspectiva sobre cómo los estudiantes pueden navegar y procesar la información en entornos de simulación computacional. A través de la aplicación de la atención selectiva, los estudiantes pueden manejar más eficazmente la complejidad y la abundancia de la información presentada, lo que a su vez puede contribuir a mejorar su competencia en el uso de la tecnología de la Física Médica.

Teoría de la representación mental de Richard Mayer.

La Teoría de la Representación Mental de Richard Mayer (2009) propone que el aprendizaje ocurre a través de la construcción y organización de representaciones mentales. Mayer sostiene que los individuos construyen dos tipos de representaciones mentales al aprender: una representación de la información presentada (modelo de presentación) y una representación de cómo esa información se organiza en la estructura del conocimiento del individuo (modelo de construcción).

En el contexto de la simulación computacional, esta teoría tiene implicaciones significativas para el diseño y la implementación de estas experiencias de aprendizaje. Por ejemplo, Mayer sugiere que, para facilitar la construcción de representaciones mentales efectivas, las simulaciones deberían diseñarse de manera que apoyen tanto el modelo de presentación como el de construcción (Mayer, 2009).

En el campo de la Física Médica, la competencia en el uso de la tecnología se basa en la capacidad para construir representaciones mentales precisas y funcionales de los fenómenos físicos. Las simulaciones computacionales pueden facilitar este proceso al proporcionar un entorno en el que los estudiantes pueden experimentar directamente con las variables y observar los resultados, lo que a su vez les ayuda a construir y perfeccionar sus representaciones mentales (De Jong, 2006).

Conjuntamente, Mayer también enfatiza la importancia de la guía cognitiva o la orientación en el aprendizaje a partir de las simulaciones. Sostiene que las simulaciones por sí solas pueden no ser suficientes para facilitar la construcción de representaciones mentales efectivas y que los estudiantes también pueden necesitar orientación o feedback para ayudarles a integrar la información nueva con su conocimiento existente (Mayer & Moreno, 2003).

De este modo, la Teoría de la Representación Mental de Mayer proporciona una base teórica sólida para entender cómo las simulaciones computacionales pueden mejorar la competencia en el uso de tecnología en la Física Médica. Al apoyar la construcción de representaciones mentales precisas y funcionales, las simulaciones pueden mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los fenómenos físicos y aumentar su competencia en el uso de tecnología.

Teoría del conectivismo.

El conectivismo, propuesto por George Siemens (2005), es una teoría de aprendizaje que subraya la importancia de las redes sociales, culturales y tecnológicas en la adquisición y distribución del conocimiento. Según esta teoría, el aprendizaje es un proceso de construcción y navegación de redes, en el que el conocimiento reside no sólo en el individuo sino también en su red de conexiones (Siemens, 2005).

Este paradigma tiene importantes implicancias para el estudio de la simulación computacional y la competencia en el uso de tecnología. En primer lugar, el conectivismo pone de manifiesto que la simulación computacional no es sólo una herramienta para la adquisición de conocimiento individual, sino también un medio para construir y explorar redes de información. Esto implica que las simulaciones pueden ser diseñadas no sólo para transmitir información, sino también para promover la interacción y la colaboración entre los estudiantes, ayudándolos a construir sus propias redes de conocimiento (Bell, 2010).

Además, el conectivismo también sugiere que las habilidades en el uso de la tecnología no son sólo una cuestión de conocimiento individual, sino también de la capacidad de navegar y utilizar eficazmente las redes de información. Esto

es especialmente relevante en el contexto de la Física Médica, donde el acceso y la interpretación de la información técnica y científica son habilidades clave. Así, la simulación computacional puede ser una herramienta eficaz para fomentar estas habilidades, permitiendo a los estudiantes practicar y desarrollar su competencia en el uso de tecnología en un entorno interactivo y centrado en la red (Dede, 2008).

En conclusión, la teoría del conectivismo ofrece una visión amplia y relevante, al destacar el papel de las redes en el aprendizaje, esta teoría subraya la importancia de la interacción, la colaboración y la competencia en la navegación de la información en la adquisición de conocimientos y habilidades técnicas.

Teoría subyacente o modelo teórico subyacente de Humphreys. Es una teoría del aprendizaje que sostiene que el aprendizaje ocurre cuando los individuos construyen modelos mentales de la información y los conceptos que están aprendiendo. Según esta teoría, los modelos mentales son representaciones internas y subconscientes de la información que los individuos utilizan para comprender y procesar la información nueva. La teoría subyacente de Humphreys sostiene que el aprendizaje es un proceso activo y constructivo y que los individuos construyen modelos mentales a través de la reflexión y la práctica. Además, esta teoría sostiene que el aprendizaje es más efectivo cuando los individuos tienen la oportunidad de relacionar la información nueva con los conocimientos y las habilidades previas que poseen. La teoría subyacente de Humphreys es relevante para el diseño y la evaluación de programas de aprendizaje y puede ser útil para fomentar el aprendizaje efectivo y duradero en diferentes contextos y entornos de aprendizaje. La teoría subyacente de Humphreys podría sustentar el estudio de la influencia de la simulación computacional para mejorar la competencia de uso de la tecnología en estudiantes universitarios de física médica de varias maneras:

- La simulación computacional proporciona una herramienta visual y manipulable para la construcción de modelos mentales de los conceptos y aplicaciones de la física médica. Los estudiantes pueden utilizar la simulación para experimentar y explorar de manera activa y constructiva los conceptos y aplicaciones y construir modelos mentales más completos y precisos.
- La simulación computacional puede proporcionar un ambiente de aprendizaje que fomente la reflexión y la práctica, lo que puede ayudar a los estudiantes a desarrollar modelos mentales más profundos y duraderos.
- La simulación computacional puede proporcionar oportunidades para relacionar la información nueva con los conocimientos y las habilidades previas de los estudiantes, lo que puede ayudar a los estudiantes a construir modelos mentales más coherentes y significativos.

Por tanto, la teoría subyacente de Humphreys sostiene que la simulación computacional puede ser una herramienta útil para fomentar el aprendizaje efectivo y duradero en estudiantes universitarios de física médica al proporcionar una herramienta visual y manipulable para la construcción de modelos mentales, un ambiente de aprendizaje que fomente la reflexión y la práctica y oportunidades para relacionar la información nueva con los conocimientos y las habilidades previas de los estudiantes.

Base conceptual de la Simulación computacional

Definición de simulación computacional.

La simulación computacional es una herramienta educativa que se ha utilizado en la investigación de la educación en física durante más de treinta años. El desarrollo de simulaciones y animaciones computacionales ha permitido a los estudiantes acercarse a una comprensión más profunda de los fenómenos físicos que no pueden ser visualizados en el aula. Las simulaciones permiten a los estudiantes manipular modelos de la realidad y visualizar los efectos de las variables introducidas (Morrison, 2019). La diferencia entre animación y simulación es que la animación pretende crear efectos artísticos, mientras que la simulación pretende reproducir con exactitud los movimientos del objeto y estudiar el efecto de las variables en el movimiento. Las simulaciones se pueden realizar en lenguajes de programación como Java o Adobe Shockwave, o en software más avanzado como 3D Studio Max o Maya. Las simulaciones son una herramienta educativa efectiva y cada vez más utilizada en la enseñanza de la física.

La simulación computacional se refiere a la creación de un modelo computarizado de un sistema real con el fin de estudiar y predecir su comportamiento. En este modelo, se introducen ciertos parámetros y condiciones que representan el sistema real, y se ejecutan simulaciones para ver cómo se comporta el modelo en diferentes escenarios. En el contexto de la física médica, la simulación computacional se utiliza para estudiar y analizar diferentes sistemas biológicos y médicos, como el cuerpo humano, la radioterapia, la tomografía computarizada, entre otros (Rojas & Morales, 2019). Por ejemplo, se pueden simular tratamientos de radioterapia para predecir cómo se distribuirá la radiación en los tejidos del paciente y ajustar las dosis para lograr una mayor eficacia y reducir los efectos secundarios. Otro ejemplo es el uso de simulaciones para el estudio de la dinámica de fluidos en el cuerpo humano. Estas simulaciones permiten a los investigadores modelar y analizar cómo se mueve la sangre en el corazón y las arterias, o cómo se propagan las ondas sonoras en el oído. Estos modelos pueden

ser útiles para mejorar la comprensión de ciertos procesos fisiológicos y para diseñar mejores dispositivos médicos y terapias.

Algunas definiciones de esta variable son: La simulación computacional es el proceso de diseñar un modelo matemático o lógico de un sistema físico, biológico o técnico, y utilizar este modelo para comprender y evaluar el comportamiento o el rendimiento del sistema en diferentes situaciones (Kang, 2017). Para Sivaramakrishnan et al. (2015) la simulación computacional es una técnica de modelado numérico utilizada para estudiar el comportamiento de sistemas complejos mediante el uso de herramientas informáticas. Asimismo, para Hossain et al. (2019), es una herramienta que se utiliza para reproducir el comportamiento de un sistema complejo mediante el uso de un modelo matemático y la programación informática.

De esta forma, la simulación computacional es una herramienta valiosa para la física médica, ya que permite a los investigadores modelar y analizar sistemas complejos, lo que puede conducir a avances en el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades.

Simulaciones en la física médica.

La Física Médica explora nuevos horizontes con el uso de animaciones y simulaciones. Estudios recientes muestran que estas herramientas pueden mejorar significativamente la formación de residentes de Radiodiagnóstico y el rendimiento en la atención al paciente. Además, la Ingeniería Biomédica ha sido una de las pioneras en aplicar técnicas de e-Learning en el campo de la salud, como la simulación interactiva. Un artículo publicado por el Journal of Medical Engineering and Physics destaca la importancia de estas herramientas para actualizar rápidamente el material de aprendizaje y mejorar la comprensión de modelos físicos complejos. Sin embargo, programar simulaciones específicas puede ser un desafío, requiriendo tiempo y conocimiento de software. Por eso, se requiere una lista exhaustiva de estos instrumentos para la educación en la Física Médica. En la Universidad de Salamanca, la Unidad de Física Médica trabaja en la implementación de contenidos educativos en línea, incluyendo animaciones y simulaciones computacionales. Una de estas simulaciones muestra al alumno el fenómeno de resonancia en la resonancia magnética, mientras que otra animación permite visualizar el efecto piezoeléctrico en la producción de ultrasonidos. La resonancia magnética es uno de los avances tecnológicos más importantes en radiología digital, que utiliza campos magnéticos y radiación no ionizante para obtener imágenes (Monsky et al., 2020).

En definitiva, la combinación de la Física Médica y la tecnología está revolucionando la forma en que se enseña y se aprende en el campo de la salud.

Las simulaciones y animaciones están brindando una experiencia de aprendizaje más dinámica y visual, lo que permite a los estudiantes comprender mejor los conceptos complejos y aplicarlos en situaciones reales. Además, estos avances tecnológicos están permitiendo una mejor atención al paciente, gracias a una formación más efectiva de los profesionales de la salud. La Física Médica continúa explorando nuevas formas de utilizar la tecnología para mejorar la educación y el cuidado médico, y estamos emocionados de ver cuáles serán sus próximos descubrimientos (Vermandel et al., 2021; Tabakov, 2018).

En conclusión, la Física Médica y la Ingeniería Biomédica están en una constante evolución, gracias a la incorporación de nuevas tecnologías y herramientas de enseñanza. Las simulaciones y animaciones son solo un ejemplo de cómo la tecnología está mejorando la formación de los profesionales de la salud y la atención al paciente. Además, estos avances tecnológicos están permitiendo una mejor comprensión de los conceptos complejos y una formación más eficaz en el campo de la salud. La Física Médica continuará explorando nuevas formas de utilizar la tecnología para mejorar la educación y el cuidado médico, y estamos ansiosos por ver cuáles serán sus próximos descubrimientos y avances (Demir & Velipasaoglu; 2017).

Tipos de simuladores computacionales genéricos.

De acuerdo con Tabakov (2018), los simuladores computacionales son herramientas que permiten modelar y reproducir el comportamiento de un sistema real o hipotético. Se utilizan en una amplia variedad de campos, como la ingeniería, la ciencia, la economía y la defensa.

Existen diferentes tipos de simuladores, dependiendo del propósito para el que se utilizan y de la complejidad del sistema que se está simulando. Algunos ejemplos de tipos de simuladores computacionales son:

- Simuladores de sistemas: estos simulan el comportamiento de sistemas complejos, como sistemas de producción, sistemas de transporte o sistemas financieros.
- Simuladores de procesos: estos simulan el comportamiento de procesos industriales, como procesos de producción o procesos químicos.
- Simuladores de vuelo: estos simulan el comportamiento de aviones y otros vehículos aéreos, y se utilizan para entrenar a pilotos y para evaluar el rendimiento de nuevos aviones.
- Simuladores de conducción: estos simulan el comportamiento de vehículos terrestres, y se utilizan para entrenar a conductores y para evaluar el rendimiento de nuevos vehículos.

- Simuladores de escenarios: estos simulan situaciones de emergencia o conflictos, y se utilizan para entrenar a personal de seguridad y para evaluar la respuesta a situaciones de crisis.
- Simuladores de juegos: estos simulan juegos o deportes, y se utilizan para entretenimiento y para evaluar el rendimiento de jugadores.

Tipos de simuladores específicos en física médica.

Según Demir & Velipasaoglu (2017), en física médica, los simuladores computacionales se utilizan principalmente para modelar y reproducir el comportamiento de radiación en el cuerpo humano. Algunos ejemplos de tipos de simuladores computacionales en física médica son:

- Simuladores de dosis: estos simulan la distribución de dosis de radiación en el cuerpo humano, y se utilizan para optimizar tratamientos de radioterapia y para evaluar el riesgo de efectos secundarios.
- Simuladores de monitores de radiación: estos simulan el funcionamiento de monitores de radiación utilizados en el entorno médico, como dosímetros y termómetros de rayos X.
- Simuladores de dispositivos médicos: estos simulan el funcionamiento de dispositivos médicos que utilizan radiación, como tomógrafos por emisión de positrones (PET) y tomógrafos computarizados (TC).
- Simuladores de radioprotección: estos simulan el comportamiento de la radiación en el entorno médico, y se utilizan para evaluar el riesgo de exposición a la radiación para el personal médico y para optimizar la protección contra la radiación.

Software para simulación computacional en física médica

La simulación computacional en Física Médica emplea diversos programas especializados para aplicaciones como radioterapia, análisis de imágenes médicas, dosimetría y modelado de fluidos biológicos. A continuación, se describen algunos de los programas más utilizados, detallando sus características principales, ventajas y desventajas.

Tabla 1. Software de simulación computacional en física médica

Software	Descripción	Ventajas	Desventajas	Enlace Web
RayStation	Sistema de planificación de tratamiento de radioterapia de RaySearch Laboratories. Incluye características avanzadas como optimización biológica y algoritmos de cálculo rápidos.	Algoritmos avanzados, interfaz amigable.	Elevado costo, soporte técnico limitado.	RaySearch RayStation
OsiriX	Software de visualización de imágenes médicas para macOS. Compatible con múltiples formatos DICOM y ofrece visualización 2D y 3D, así como análisis de imágenes médicas.	Gratuito (versión Lite), compatible con múltiples formatos DICOM.	Sólo disponible para macOS, funcionalidades limitadas en la versión gratuita.	OsiriX
3DSlicer	Plataforma de software libre para el análisis y visualización de imágenes médicas. Proporciona herramientas para segmentación, registro y análisis cuantitativo.	Gratuito, extensible mediante módulos adicionales.	Curva de aprendizaje alta, requiere conocimientos técnicos.	3DSlicer
Mimics	Software de Materialise para la segmentación y modelado de imágenes médicas. Permite crear modelos 3D precisos a partir de datos de imágenes médicas para planificación quirúrgica y diseño de dispositivos médicos.	Precisión en la segmentación, herramientas avanzadas de modelado.	Costoso, requiere hardware potente.	Materialise Mimics
ANSYS Fluent	Software de dinámica de fluidos computacional (CFD) de ANSYS. Utilizado para modelar la dinámica de fluidos y procesos térmicos en aplicaciones biomédicas y de ingeniería.	Precisión en modelado de fluidos, amplio soporte de materiales.	Muy costoso, curva de aprendizaje empinada.	ANSYS Fluent
COMSOL Multiphysics	Plataforma de simulación para modelado multiphysics. Permite simular fenómenos físicos complejos mediante módulos especializados, incluyendo el análisis de campos eléctricos, mecánicos y térmicos.	Versatilidad, amplia gama de aplicaciones.	Alto costo, requiere hardware potente.	COMSOL Multiphysics

Fuente: Chunga Palomino, 2024.

RayStation, desarrollado por RaySearch Laboratories, incluye optimización biológica y algoritmos de cálculo rápidos, destacándose por su interfaz amigable (RaySearch Laboratories, 2023).

En el análisis de imágenes médicas, OsiriX es un software para macOS compatible con múltiples formatos DICOM, ofreciendo visualización 2D y 3D, aunque sus funcionalidades son limitadas en la versión gratuita (Pixmeo SARL, 2023). 3DSlicer es una plataforma de software libre que proporciona herramientas para segmentación, registro y análisis cuantitativo, siendo extensible mediante

módulos adicionales (3D Slicer, 2023). Mimics de Materialise permite crear modelos 3D precisos a partir de datos de imágenes médicas, facilitando la planificación quirúrgica y el diseño de dispositivos médicos (Materialise, 2023).

Para el modelado de fluidos biológicos, ANSYS Fluent se utiliza en la dinámica de fluidos computacional (CFD) y procesos térmicos en aplicaciones biomédicas y de ingeniería, ofreciendo precisión en el modelado de fluidos (ANSYS, 2023). COMSOL Multiphysics permite simular fenómenos físicos complejos mediante módulos especializados, abarcando campos eléctricos, mecánicos y térmicos (COMSOL, 2023).

Herramientas de análisis y visualización de datos en física médica

En Física Médica, el análisis y la visualización de datos son esenciales para la interpretación precisa de imágenes médicas, el modelado de procesos biológicos y la evaluación de tratamientos. Los siguientes programas son utilizados extensivamente en el campo para estas tareas, y se detallan sus funcionalidades clave, ventajas y desventajas.

Tabla 2. Herramientas de análisis y visualización de datos en física médica

Software	Descripción	Ventajas	Desventajas	Enlace Web
MATLAB	Plataforma de programación y entorno de desarrollo utilizado para análisis numérico, visualización y cálculo computacional. Utilizado extensamente para análisis de imágenes médicas y procesamiento de señales.	Versatilidad, amplio soporte de bibliotecas, entorno interactivo.	Costoso, curva de aprendizaje moderada.	MATLAB
FIJI	Distribución de ImageJ, preconfigurada con un conjunto de plugins útiles para análisis de imágenes en biomedicina.	Gratuito, preconfigurado con plugins avanzados.	Puede ser pesado debido a la gran cantidad de plugins incluidos.	FIJI
ParaView	Software de visualización de datos de código abierto utilizado para análisis de grandes conjuntos de datos científicos.	Gratuito, soporta grandes volúmenes de datos, extensible.	Interfaz compleja, requiere conocimientos previos de visualización de datos.	ParaView

Software	Descripción	Ventajas	Desventajas	Enlace Web
VTK (Visualization Toolkit)	Biblioteca de código abierto para gráficos de computadoras y procesamiento de datos. Proporciona un conjunto de herramientas para modelado 3D, procesamiento de imágenes y visualización de datos.	Gratuito, altamente flexible y extensible.	Requiere conocimientos avanzados de programación, curva de aprendizaje alta.	VTK
MeVisLab	Plataforma para el desarrollo de prototipos y aplicaciones de procesamiento y visualización de imágenes médicas.	Amplia gama de módulos, soporte para múltiples formatos de imagen médica.	Requiere hardware potente, curva de aprendizaje empinada.	MeVisLab

Fuente: Chunga Palomino, 2024.

MATLAB es una plataforma de programación ampliamente utilizada para análisis numérico, visualización y cálculo computacional. Su versatilidad y amplio soporte de bibliotecas lo hacen ideal para el análisis de imágenes médicas y procesamiento de señales (MathWorks, 2023).

FIJI es una distribución de ImageJ, preconfigurada con un conjunto de plugins útiles para análisis de imágenes en biomedicina. Facilita el trabajo al tener los plugins ya integrados, aunque puede ser pesado debido a la gran cantidad de plugins incluidos (Schindelin et al., 2012).

ParaView es un software de visualización de datos de código abierto utilizado para analizar grandes conjuntos de datos científicos. Es gratuito, soporta grandes volúmenes de datos y es extensible, pero requiere conocimientos previos de visualización de datos debido a su interfaz compleja (Ayachit, 2015).

VTK (Visualization Toolkit) es una biblioteca de código abierto para gráficos de computadoras y procesamiento de datos, proporcionando herramientas para modelado 3D, procesamiento de imágenes y visualización de datos. Es altamente flexible y extensible, aunque su uso requiere conocimientos avanzados de programación (Schroeder et al., 2006).

MeVisLab es una plataforma para el desarrollo de prototipos y aplicaciones de procesamiento y visualización de imágenes médicas, ofreciendo una amplia gama de módulos y soporte para múltiples formatos de imagen médica. Sin embargo, requiere hardware potente y tiene una curva de aprendizaje empinada (MeVisLab, 2023).

Estas herramientas son esenciales para el análisis y visualización de datos en Física Médica, permitiendo a los investigadores y profesionales procesar y visualizar datos complejos de manera eficiente.

Aplicaciones de la inteligencia artificial en la física médica

En Física Médica, la inteligencia artificial (IA) se utiliza para mejorar el análisis y procesamiento de datos médicos, optimizando la precisión y eficiencia de los diagnósticos y tratamientos. Los algoritmos de machine learning, como TensorFlow y PyTorch, son herramientas clave en estas aplicaciones.

TensorFlow es una biblioteca de código abierto desarrollada por Google para el aprendizaje automático y el procesamiento de grandes volúmenes de datos. Se utiliza ampliamente para la creación y entrenamiento de modelos de machine learning, incluyendo redes neuronales profundas. TensorFlow es compatible con múltiples lenguajes de programación y plataformas, lo que facilita su integración en diversos entornos de investigación y desarrollo (Abadi et al., 2016).

PyTorch es otra biblioteca de código abierto, desarrollada por Facebook, que proporciona una interfaz flexible y fácil de usar para la implementación de modelos de aprendizaje automático. PyTorch es particularmente popular en la comunidad de investigación debido a su enfoque en la ejecución dinámica de grafos computacionales, lo que permite una mayor flexibilidad y facilidad de uso durante el desarrollo y la experimentación (Paszke et al., 2019).

Las aplicaciones específicas de la inteligencia artificial en la Física Médica incluyen la detección de tumores, la segmentación de imágenes y la predicción de dosis en radioterapia.

- **Detección de tumores:** Los algoritmos de IA pueden analizar imágenes médicas, como tomografías computarizadas y resonancias magnéticas, para identificar la presencia de tumores. Utilizando técnicas de aprendizaje profundo, estos algoritmos pueden detectar patrones sutiles en los datos que podrían pasar desapercibidos para el ojo humano, mejorando así la precisión del diagnóstico (Litjens et al., 2017).
- **Segmentación de imágenes:** La segmentación de imágenes médicas implica dividir una imagen en regiones de interés, como órganos o tejidos específicos. Los algoritmos de machine learning, entrenados con grandes conjuntos de datos anotados, pueden realizar esta tarea de manera automatizada y precisa. Esto es crucial para planificar tratamientos como la radioterapia, donde la precisión en la delimitación de las áreas a tratar es fundamental (Ronneberger et al., 2015).
- **Predicción de dosis en radioterapia:** La IA puede predecir la distribución de dosis de radiación en el cuerpo de un paciente, optimizando los planes de tratamiento. Algoritmos avanzados analizan datos históricos y modelos anatómicos para generar predicciones precisas, mejorando la efectividad del tratamiento y minimizando los efectos secundarios (Nguyen et al., 2019).

Estas aplicaciones de la inteligencia artificial en la Física Médica demuestran su capacidad para transformar los procesos de diagnóstico y tratamiento, haciendo que sean más precisos y eficientes. La continua evolución y adaptación de algoritmos de machine learning, como TensorFlow y PyTorch, es esencial para avanzar en estas áreas.

Base conceptual de la Competencia de uso de la tecnología en educación superior

Definición de la competencia uso de la tecnología

La competencia en el uso de la tecnología se refiere a la capacidad de las personas para utilizar herramientas digitales de manera efectiva, crítica y creativa en diversos contextos. Esta competencia abarca una combinación de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para interactuar con tecnologías digitales, gestionar información, resolver problemas y comunicarse de manera eficiente en entornos digitales (European Commission, 2016).

La competencia tecnológica no solo implica la habilidad técnica para operar dispositivos y software, sino también la capacidad de evaluar la información digital, comprender su impacto en el mundo real y utilizarla de manera ética y responsable. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2018), la competencia digital se define como la capacidad de utilizar tecnologías digitales para buscar, evaluar, utilizar, compartir y crear contenido de manera crítica y responsable.

Dentro del contexto educativo, Gisbert y Esteve (2016), describen la competencia digital como una alfabetización múltiple que incluye la habilidad para gestionar y analizar información, la capacidad de comunicación y colaboración en entornos digitales, la creación de contenido digital, la seguridad en el uso de tecnologías y la resolución de problemas técnicos. Estas dimensiones reflejan la necesidad de un enfoque integral que abarque tanto la habilidad técnica como el pensamiento crítico y la ética digital.

En el ámbito de la Física Médica, la competencia en el uso de la tecnología es esencial para manejar equipos avanzados de diagnóstico y tratamiento, analizar datos clínicos y realizar simulaciones computacionales precisas. La implementación efectiva de esta competencia permite a los profesionales de la salud mejorar la calidad de la atención médica, optimizar tratamientos y contribuir al avance de la investigación médica.

El Ministerio de Educación del Perú (2017), define la competencia en el uso de la tecnología como la capacidad de utilizar herramientas digitales para aprender, trabajar y participar en la sociedad. Esto incluye la habilidad para resolver problemas técnicos, gestionar información y comunicarse de manera efectiva en entornos digitales. La competencia digital es, por tanto, una habilidad esencial para la vida en la sociedad contemporánea, facilitando el acceso a la información, la colaboración y la innovación.

Competencia uso tecnología en estudiantes de física médica.

La competencia en el uso de la tecnología en estudiantes de Física Médica es crucial para su formación y desempeño profesional. Esta competencia abarca la capacidad de utilizar herramientas digitales para resolver problemas complejos, gestionar información clínica y de investigación, y aplicar tecnologías avanzadas en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

Según Gisbert y Esteve (2016), la competencia digital en el ámbito educativo incluye habilidades para buscar, evaluar, utilizar, compartir y crear contenido digital. En el contexto de la Física Médica, esto se traduce en la capacidad de los estudiantes para manejar software especializado, realizar simulaciones computacionales y analizar imágenes médicas. Los estudiantes deben ser capaces de operar equipos de diagnóstico por imagen, como tomógrafos y resonadores magnéticos, así como sistemas de planificación de tratamientos de radioterapia.

La competencia tecnológica también implica la habilidad para interpretar datos clínicos y de investigación utilizando programas como MATLAB, ImageJ y 3DSlicer. Estos programas permiten a los estudiantes realizar análisis cuantitativos y cualitativos de imágenes médicas, facilitando la comprensión de los procesos fisiológicos y patológicos (MathWorks, 2023; Schneider et al., 2012).

Además, los estudiantes de Física Médica deben estar familiarizados con el uso de plataformas de gestión de datos clínicos, como Varian ARIA y MOSAIQ. Estas herramientas son esenciales para la planificación y seguimiento de tratamientos oncológicos, permitiendo una gestión integral de la información del paciente y la optimización de los planes de tratamiento (Varian Medical Systems, 2023; Elekta, 2023).

La formación en competencia digital también incluye la capacidad de los estudiantes para adaptarse a nuevas tecnologías y metodologías. Esto es especialmente importante en un campo en constante evolución como la Física Médica, donde las innovaciones tecnológicas pueden mejorar significativamente los resultados clínicos. La habilidad para aprender y aplicar nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial y la realidad aumentada, es fundamental para el

desarrollo profesional continuo de los estudiantes (Paszke et al., 2019; Krevelen & Poelman, 2010).

Finalmente, la competencia en el uso de la tecnología en Física Médica implica una actitud crítica y ética hacia el uso de estas herramientas. Los estudiantes deben ser conscientes de los aspectos éticos relacionados con la privacidad de los datos del paciente y la seguridad en el uso de tecnologías médicas. La formación en estos aspectos ayuda a preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos éticos y profesionales en su futura práctica clínica (UNESCO, 2018).

Capacidades de la competencia uso tecnología en estudiantes de física médica

Las capacidades de la competencia en el uso de la tecnología en estudiantes de Física Médica abarcan un conjunto amplio de habilidades técnicas, analíticas y actitudinales. Estas capacidades son esenciales para que los estudiantes puedan desempeñarse eficazmente en entornos clínicos y de investigación.

Habilidades técnicas:

- **Operación de equipos médicos:** Los estudiantes deben ser capaces de manejar equipos de diagnóstico y tratamiento, como tomógrafos, resonadores magnéticos y sistemas de radioterapia. Esto incluye no solo el uso de los dispositivos, sino también la comprensión de su funcionamiento y mantenimiento básico (Bushberg et al., 2011).
- **Uso de software de simulación y análisis:** La competencia tecnológica incluye la capacidad de utilizar programas como MATLAB, 3DSlicer, y Varian Eclipse para realizar simulaciones, segmentaciones de imágenes y planificaciones de tratamientos (MathWorks, 2023; 3D Slicer, 2023).
- **Programación y automatización:** Los estudiantes deben tener conocimientos básicos de programación para poder personalizar y automatizar tareas en el software de simulación y análisis. Lenguajes como Python y R son comúnmente utilizados en estos contextos (Van Rossum & Drake, 2009).

Capacidades analíticas:

- **Interpretación de datos médicos:** La capacidad de analizar e interpretar datos obtenidos de imágenes médicas y simulaciones es fundamental.

Esto incluye la habilidad para detectar anomalías, cuantificar resultados y correlacionar hallazgos con datos clínicos (Schneider et al., 2012).

- **Evaluación y validación de resultados:** Los estudiantes deben ser capaces de evaluar la precisión y validez de los resultados obtenidos a través de simulaciones y análisis de datos. Esto implica comparar los resultados con estándares clínicos y ajustar parámetros de simulación para mejorar la exactitud (Oberkampff & Roy, 2010).

Capacidades de gestión de información:

- **Gestión de datos clínicos:** La competencia en el uso de la tecnología también implica la capacidad de gestionar grandes volúmenes de datos clínicos, utilizando sistemas de información como MOSAIQ y Varian ARIA para almacenar, acceder y compartir información de manera segura (Elekta, 2023; Varian Medical Systems, 2023).
- **Protección de datos:** Los estudiantes deben estar familiarizados con las normas y prácticas de seguridad para proteger la privacidad y confidencialidad de los datos del paciente, cumpliendo con regulaciones como el GDPR o HIPAA (Office for Civil Rights, 2013).

Actitudes y ética digital:

- **Actitud crítica y ética:** Es crucial que los estudiantes desarrollen una actitud crítica hacia la información y las tecnologías que utilizan, evaluando sus fuentes y aplicando principios éticos en su uso. Esto incluye la responsabilidad en la manipulación de datos y el respeto por la privacidad del paciente (UNESCO, 2018).
- **Colaboración y comunicación digital:** La capacidad para colaborar y comunicarse eficazmente en entornos digitales es otra competencia clave. Esto incluye el uso de herramientas de comunicación digital para trabajar en equipo y compartir conocimientos (Gisbert & Esteve, 2016).

Definición de términos básicos

- **Competencia digital:** Habilidad para utilizar tecnologías digitales para buscar, evaluar, utilizar, compartir y crear contenido de manera crítica y responsable (UNESCO, 2018).

- **Competencia en el uso de la tecnología en física médica:** Capacidad de manejar equipos avanzados de diagnóstico y tratamiento, analizar datos clínicos y realizar simulaciones computacionales precisas (Gisbert & Esteve, 2016).
- **Competencia en el uso de la tecnología:** Capacidad de utilizar herramientas digitales de manera efectiva, crítica y creativa en diversos contextos (European Commission, 2016).
- **FIJI:** Distribución de ImageJ, preconfigurada con un conjunto de plugins útiles para análisis de imágenes en biomedicina (Schindelin et al., 2012).
- **MATLAB:** Plataforma de programación y entorno de desarrollo utilizado para análisis numérico, visualización y cálculo computacional (MathWorks, 2023).
- **MeVisLab:** Plataforma para el desarrollo de prototipos y aplicaciones de procesamiento y visualización de imágenes médicas (MeVisLab, 2023).
- **Operación de equipos médicos:** Habilidad para manejar equipos de diagnóstico y tratamiento, como tomógrafos y sistemas de radioterapia (Bushberg et al., 2011).
- **Programación y automatización:** Conocimientos básicos de programación para personalizar y automatizar tareas en software de simulación y análisis (Van Rossum & Drake, 2009).
- **Simulación computacional:** Herramienta educativa que permite a los estudiantes manipular modelos de la realidad y visualizar los efectos de las variables introducidas (Morrison, 2019).
- **Simuladores de dispositivos médicos:** Simulan el funcionamiento de dispositivos médicos que utilizan radiación, como tomógrafos por emisión de positrones (PET) y tomógrafos computarizados (TC) (Demir & Velipasaoglu, 2017).
- **Simuladores de dosis:** Simulan la distribución de dosis de radiación en el cuerpo humano, y se utilizan para optimizar tratamientos de radioterapia y para evaluar el riesgo de efectos secundarios (Demir & Velipasaoglu, 2017).
- **Simuladores de monitores de radiación:** Simulan el funcionamiento de monitores de radiación utilizados en el entorno médico, como dosímetros y termómetros de rayos X (Demir & Velipasaoglu, 2017).
- **Simuladores de radioprotección:** Simulan el comportamiento de la radiación en el entorno médico, y se utilizan para evaluar el riesgo de

exposición a la radiación para el personal médico y para optimizar la protección contra la radiación (Demir & Velipasaoglu, 2017).

- **VTK (Visualization Toolkit):** Biblioteca de código abierto para gráficos de computadoras y procesamiento de datos (Schroeder, Martin, & Lorensen, 2006).

Capítulo 3

Implementación de Simulación Computacional

Naturaleza y Objetivos de la Investigación

El presente estudio se enmarcó dentro de la investigación aplicada, ya que su principal objetivo fue resolver un problema concreto en el ámbito educativo: fortalecer la competencia “Uso de tecnología de Física Médica” en estudiantes de los ciclos VII al X de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura. Para lograrlo, se implementó un programa basado en simulación computacional, una herramienta innovadora que permite recrear fenómenos físicos y médicos en un entorno virtual.

Esta investigación no solo aportó conocimientos teóricos relevantes, sino que también se enfocó en la aplicación práctica de dichos saberes, buscando un impacto directo en la formación académica de los estudiantes. Además de mejorar sus habilidades técnicas, se potenció su capacidad analítica, su gestión de información y su ética digital, competencias esenciales en un mundo cada vez más tecnificado. Al tratarse de un estudio aplicado, se emplearon metodologías específicas, como la simulación por computadora, cuyos resultados fueron directamente transferibles al contexto educativo, beneficiando tanto a los alumnos como a la institución (Hernández et al., 2018).

Diseño de Investigación

El diseño seleccionado para este estudio fue el preexperimental, siguiendo los lineamientos propuestos por Hernández et al. (2018). Este enfoque permitió analizar un único grupo con un control mínimo, lo que resultó adecuado dado el carácter exploratorio y aplicado de la investigación.

Se trabajó con una muestra censal conformada por un grupo específico de estudiantes, a quienes se les administró un programa de simulación computacional diseñado para la enseñanza de la Física Médica. La estructura metodológica se representó de la siguiente manera:

G o1 X o2

Donde:

G= Grupo de sujetos de investigación.

o1= Evaluación inicial de la competencia “Uso de tecnología en Física Médica” antes de la intervención.

X= Aplicación del programa de simulación computacional.

o2= Evaluación final de la competencia después de la intervención.

Este esquema permitió comparar el desempeño de los estudiantes antes y después de la implementación de la simulación, facilitando la medición de su efectividad.

Población y Muestra

De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), la población de estudio se define como un conjunto de individuos que comparten características comunes. En este caso, la población estuvo integrada por 30 estudiantes pertenecientes a los ciclos VII al X de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura. Dado el reducido número de participantes, se optó por un muestreo censal, incluyendo a la totalidad de los alumnos disponibles en dichos ciclos, lo que garantizó una evaluación integral del impacto de la simulación computacional en su formación académica.

La selección de esta población se justificó por su exposición previa a contenidos de Física Médica, lo que permitió evaluar de manera precisa cómo la herramienta tecnológica influyó en el desarrollo de sus competencias.

Proyecciones

La aplicación de la simulación computacional demostró ser una estrategia efectiva para mejorar las habilidades técnicas y analíticas de los estudiantes, así como su capacidad para gestionar información y aplicar principios éticos en el uso de tecnologías digitales. Futuras investigaciones podrían ampliar el estudio a otros ciclos o instituciones, incorporando diseños experimentales más robustos para fortalecer la validez de los hallazgos.

Tabla 3. Población de estudio

Ciclo de estudios	Nº de estudiantes
VII	10
VIII	6
IX	5
X	9
Total	30

Fuente: Chunga Palomino, 2024. Ficha de Matrícula de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura.

Muestra

La selección de la muestra es un proceso riguroso, según Hernández et al. (2014), la muestra es un subgrupo representativo de la población, y en este caso, se eligió a todos los estudiantes de VII a X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura. El método no probabilístico censal se caracteriza por incluir en el estudio a todos los elementos de una población determinada, en contraste con otros métodos que seleccionan una muestra representativa.

En el contexto de la investigación en cuestión, esta elección puede justificarse por varias razones fundamentadas en la literatura científica. La accesibilidad y conveniencia son factores clave, ya que la tesista tiene un acceso directo y sin restricciones a la población de interés, compuesta por estudiantes de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura. Además, el tamaño relativamente pequeño de la población, con un total de 30 estudiantes en los ciclos académicos de VII a X, hace viable el estudio de todos los elementos.

La necesidad de precisión en los datos y la relevancia crítica de cada miembro de la población para el fenómeno en estudio también sustentan la elección del muestreo censal (Hernández et al., 2014). En investigaciones donde

cada elemento de la población tiene un valor único y significativo, como es este contexto educativo especializado, el muestreo censal permite una comprensión detallada y exhaustiva (Hernández et al., 2014). De esta forma, la muestra fue de 30 estudiantes pertenecientes del VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura.

Variables

Operacionalización de variables

Variable independiente: Simulación computacional

Definición conceptual

Técnica que utiliza modelos computarizados para replicar y estudiar el comportamiento de sistemas reales en el área de física médica.

Definición operacional

Programa de simulación computacional dirigido a estudiantes de física médica, facilitando la interacción con modelos computacionales para mejorar su comprensión y habilidades prácticas.

Variable dependiente: Competencia uso de la tecnología en física médica

Definición conceptual

Capacidad de los estudiantes para utilizar herramientas digitales de manera efectiva, crítica y creativa en diversos contextos de la física médica.

Definición operacional

Evaluación mediante una prueba de opción múltiple basada en estudios de caso, abarcando el uso de equipos médicos, software de simulación, gestión de datos clínicos y prácticas éticas en el manejo de información.

Tabla 4. Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente: Simulación Computacional	Técnica que utiliza modelos computarizados para replicar y estudiar el comportamiento de sistemas reales.	Programa de simulación computacional dirigido a estudiantes de física médica, facilitando la interacción con modelos computacionales para mejorar su comprensión y habilidades prácticas.	Componentes del Simulador	Tipos de simuladores utilizados (simuladores de dosis, monitores de radiación, dispositivos médicos, etc.).
				Software y plataformas empleadas (RayStation, OsiriX, 3DSlicer, etc.).
			Metodología de Implementación	Estrategias de enseñanza utilizadas (talleres prácticos, sesiones guiadas, autoaprendizaje, etc.).
				Estructura de las sesiones de simulación (duración, frecuencia, actividades específicas).
			Contenido Educativo	Diversidad de escenarios clínicos y casos prácticos incluidos en el programa.
				Frecuencia de actualización del contenido basado en avances médicos recientes.
			Interacción y Experiencia del Usuario	Modalidades de interacción disponibles (individual, grupal, en línea, presencial).
				Herramientas de retroalimentación (feedback inmediato, reportes de desempeño, análisis de errores).
			Recursos y Soporte	Disponibilidad de soporte técnico durante las sesiones de simulación.
				Recursos educativos adicionales (manuales, tutoriales en línea, guías de uso).
			Evaluación de la Implementación	Opinión de los estudiantes sobre la utilidad y efectividad del simulador. Opinión de los instructores sobre la mejora en el desempeño de los estudiantes.

Variable de- pendiente: Competencia en el uso de la tecnología en física médica	Capacidad de los es- tudiantes para utilizar herramientas digitales de manera efec- tiva, crítica y creativa en diversos con- textos de la física médica.	Evaluación mediante una prueba de opción múltiple basada en estudios de caso, abarcando el uso de equipos médicos, softwa- re de simulación, gestión de datos clínicos y prác- ticas éticas en el manejo de infor- mación.	Habilidades técnicas	Operación de equipos médicos
				Uso de software de simulación,
				Programación y automatización
			Capacida- des analí- ticas	Interpretación de datos médicos
				Evaluación y validación de resul- tados
			Capaci- dades de gestión de información	Gestión de datos clínicos
				Prácticas de seguridad y protec- ción de datos.
			Actitudes y ética digital	Actitud crítica y ética
				Colaboración y comunicación digital

Fuente: Chunga Palomino, 2024

Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnica: encuesta

La técnica utilizada para la recolección de datos fue la encuesta. Esta técnica se seleccionó debido a su capacidad para recopilar información de manera eficiente y sistemática de un grupo específico de participantes, permitiendo evaluar sus conocimientos, habilidades y actitudes hacia el uso de la tecnología en física médica.

Instrumento: Cuestionario sobre competencia uso de la tecnología en física médica

El cuestionario utilizado para evaluar la competencia en el uso de la tecnología en física médica constó de 27 ítems distribuidos en cuatro dimensiones principales: habilidades técnicas, capacidades analíticas, gestión de información, y actitudes y ética digital. Cada ítem fue diseñado para medir aspectos específicos de la competencia tecnológica de los estudiantes en física médica.

Estructura del cuestionario

- Habilidades técnicas (9 ítems): Esta dimensión evaluó la operación de equipos médicos, el uso de software de simulación y la programación y automatización en física médica.
- Capacidades analíticas (6 ítems): Esta dimensión incluyó la interpretación de datos médicos y la evaluación y validación de resultados.
- Gestión de información (6 ítems): Se centró en la gestión de datos clínicos y las prácticas de seguridad y protección de datos.
- Actitudes y ética digital (6 ítems): Evaluó la actitud crítica y ética y la colaboración y comunicación digital.

Cada ítem del cuestionario se calificó en una escala de 1 a 5, donde 1 representa “Muy en desacuerdo” y 5 representa “Muy de acuerdo”. La puntuación total mínima posible fue de 27 y la máxima de 135. Basado en estas puntuaciones, se establecieron tres categorías para evaluar la competencia:

Baremo

Cada ítem del cuestionario fue de tipo dicotómico, con una respuesta correcta que se calificó con 1 punto y respuestas incorrectas que se calificaron con 0 puntos. La puntuación total mínima posible fue de 0 y la máxima de 27. Basado en estas puntuaciones, se establecieron tres categorías para evaluar la competencia:

Tabla 4. Baremo del cuestionario

	D1	D2	D3	D4	VD
En inicio	3	2	2	2	9
En proceso	6	4	4	4	18
Logrado	9	6	6	6	27

Fuente: Chunga Palomino, 2024.

Validación y confiabilidad

Validación: El cuestionario fue evaluado por un juicio de expertos, compuesto por tres doctores en ciencias de la educación. Los expertos revisaron los ítems para asegurar su pertinencia, claridad y relevancia en relación con los objetivos del estudio. El coeficiente de validación obtenido fue de 0.98, indicando una alta validez de contenido.

Confiabilidad: Para determinar la consistencia interna del cuestionario, se realizó una prueba piloto con una muestra intencional de 20 estudiantes. El coeficiente Kr-20 obtenido fue de 0.89, lo que demuestra una alta consistencia interna.

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos recolectados, se siguieron los siguientes pasos:

- Codificación de respuestas: Las respuestas del cuestionario fueron codificadas para facilitar su análisis. Cada opción de respuesta se asignó un valor numérico para su posterior procesamiento estadístico.
- Entrada de datos: Los datos codificados se ingresaron en una base de datos utilizando software especializado en análisis estadístico, como SPSS versión 27.
- Análisis descriptivo: Se realizaron análisis descriptivos para resumir las características básicas de los datos recolectados. Esto incluyó el cálculo de frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar para cada una de las preguntas del cuestionario.
- Pruebas de hipótesis: Se llevaron a cabo pruebas estadísticas para evaluar las hipótesis planteadas en el estudio. Para ello, se utilizaron pruebas

t para muestras relacionadas, comparando los niveles de competencia antes y después de la aplicación de la simulación computacional.

- Interpretación de resultados: Los resultados obtenidos se interpretaron en el contexto del estudio, relacionándolos con los objetivos planteados y las hipótesis formuladas. Se identificaron patrones y tendencias en los datos, y se discutieron las implicaciones educativas de los hallazgos.

Aspectos éticos

El estudio siguió los principios éticos establecidos por la Universidad Nacional de Piura y se adhirió a la normativa ética de la APA 7ª edición. Antes de la recolección de datos, se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes, asegurando que entendieran la naturaleza del estudio, sus objetivos y los procedimientos involucrados. Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los datos, protegiendo la identidad y la privacidad de los estudiantes.

Además, se proporcionó a los participantes el derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin repercusiones. El diseño y la implementación de la investigación respetaron la integridad y el bienestar de los estudiantes, evitando cualquier forma de daño o inconveniente. Estos procedimientos aseguraron que la investigación se realizara de manera ética y responsable, promoviendo un entorno de confianza y respeto mutuo.

Capítulo 4

Evaluación del Impacto de la Simulación Computacional

Análisis Multidimensional de los Resultados Obtenidos

El presente estudio expone los resultados descriptivos derivados de la implementación de la simulación computacional como recurso pedagógico en la formación de estudiantes de física médica. El análisis se centra en evaluar el impacto de esta herramienta tecnológica a través de cinco dimensiones fundamentales: competencias tecnológicas generales, habilidades técnicas especializadas, capacidades analíticas y de razonamiento científico, gestión eficiente de información, así como actitudes y principios de ética digital. Cada una de estas áreas fue meticulosamente evaluada en dos momentos clave del proceso educativo: una medición inicial (pretest) realizada antes de la intervención con simulación computacional, y una evaluación final (postest) aplicada tras la implementación del programa. Esta metodología comparativa permitió identificar avances significativos y transformaciones cualitativas en el perfil competencial de los participantes.

Metodología de Presentación e Interpretación de Datos

Los hallazgos de la investigación se presentan mediante un sistema organizado de tablas estadísticas que detallan las frecuencias y porcentajes correspondientes a tres niveles de logro competencial: en inicio, en proceso y logrado. Esta estructura tabular facilita una comparación objetiva y precisa entre los estados inicial y final de cada competencia evaluada, revelando patrones de progreso y áreas de mejora. Más allá de la mera presentación numérica, el estudio incorpora un análisis interpretativo exhaustivo de cada conjunto de datos, contextualizando los resultados dentro del marco específico de la educación en física médica. Las interpretaciones destacan no solo las mejoras cuantitativas observables, sino también las implicaciones cualitativas de estos avances, particularmente en lo que respecta a la formación de profesionales capaces de integrar tecnología avanzada en su práctica clínica e investigativa.

Hallazgos Relevantes y sus Implicaciones Educativas

El examen detallado de los datos reveló mejoras sustanciales en todas las dimensiones evaluadas, siendo particularmente notable el progreso en las capacidades analíticas y técnicas de los estudiantes. La simulación computacional demostró ser especialmente efectiva para desarrollar habilidades de razonamiento científico aplicado, permitiendo a los estudiantes visualizar y manipular variables físicas complejas en entornos controlados. En el ámbito de la gestión de información, se observó un incremento significativo en la capacidad de los participantes para seleccionar, organizar y aplicar recursos digitales especializados. Respecto a la ética digital, los resultados mostraron una mayor conciencia sobre los principios de uso responsable de tecnologías en contextos médicos. Estos hallazgos no solo validan la eficacia de la simulación computacional como herramienta educativa, sino que también sugieren su potencial para transformar los paradigmas de enseñanza en el campo de la física médica, orientando la formación hacia un modelo más práctico, interactivo y alineado con las demandas tecnológicas actuales del sector salud.

VD: competencia en el uso de la tecnología en física médica

Tabla 5. Competencia tecnológica en física médica: comparativa pre y post simulación computacional

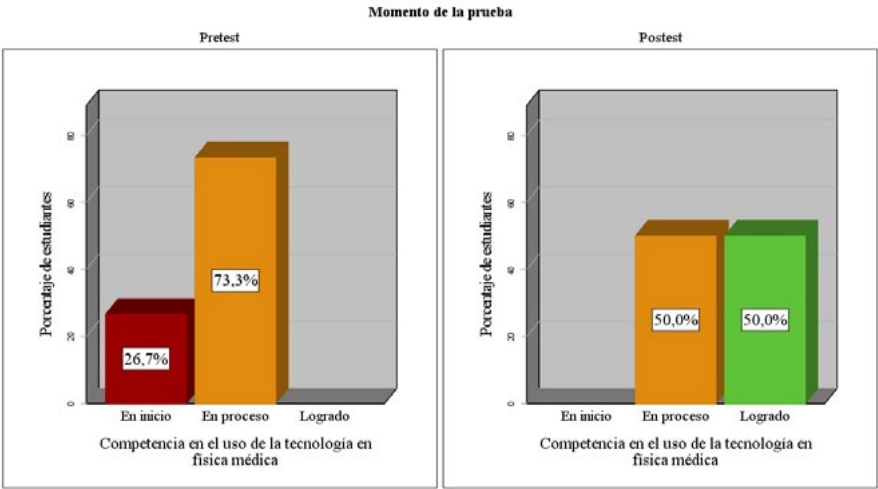
		Momento de la prueba			
		Pretest		Posttest	
		fi	%	fi	%
Competencia en el uso de la tecnología en física médica	En inicio	8	26,7%	0	0,0%
	En proceso	22	73,3%	15	50,0%
	Logrado	0	0,0%	15	50,0%
	Total	30	100,0%	30	100,0%

Fuente: Chunga Palomino, 2024.

Nota: datos obtenidos tras la aplicación del cuestionario sobre uso de la tecnología en física médica a estudiantes de física médica de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

La Tabla 5 muestra los resultados del nivel de competencia en el uso de la tecnología en física médica antes y después de la implementación de la simulación computacional. En el pretest, el 26.7% de los estudiantes se encontraba en el nivel “En inicio”, mientras que el 73.3% estaba “En proceso”, sin estudiantes en el nivel “Logrado”. Tras la implementación, el posttest revela que ningún estudiante permaneció en el nivel “En inicio”, el 50.0% avanzó al nivel “Logrado”, y el 50.0% se mantuvo “En proceso”. Estos resultados implican una mejora en la competencia tecnológica, ya que la mitad de los estudiantes alcanzaron el nivel más alto tras la intervención.

Figura 1. Competencia tecnológica en física médica: pre y post simulación



Fuente: Chunga Palomino, 2024.

Nota: datos obtenidos tras la aplicación del cuestionario sobre uso de la tecnología en física médica a estudiantes de física médica de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

Dimensión 1: habilidades técnicas en el uso de la tecnología en física médica

Tabla 6. Habilidades técnicas en física médica pre/post simulación

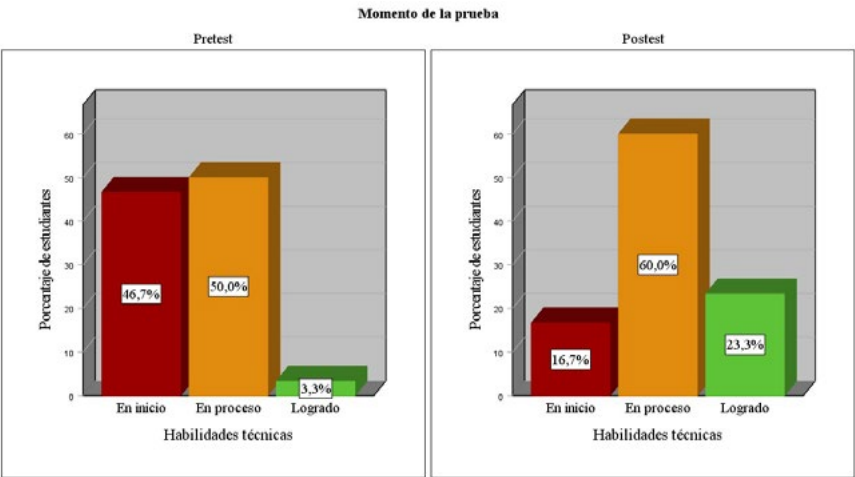
		Momento de la prueba			
		Pretest		Postest	
		fi	%	fi	%
Habilidades técnicas	En inicio	14	46,7%	5	16,7%
	En proceso	15	50,0%	18	60,0%
	Logrado	1	3,3%	7	23,3%
	Total	30	100,0%	30	100,0%

Fuente: Chunga Palomino, 2024.

Nota: datos obtenidos tras la aplicación del cuestionario sobre uso de la tecnología en física médica a estudiantes de física médica de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

La Tabla 6 presenta los resultados sobre el nivel de habilidades técnicas en el uso de la tecnología en física médica antes y después de la implementación de la simulación computacional. En el pretest, el 46.7% de los estudiantes se encontraba en el nivel “En inicio”, el 50.0% en “En proceso”, y solo el 3.3% en “Logrado”. Tras la implementación, los resultados del postest muestran una disminución al 16.7% en el nivel “En inicio”, un aumento al 60.0% en “En proceso”, y un 23.3% de estudiantes alcanzó el nivel “Logrado”. Estos resultados reflejan una mejora significativa en las habilidades técnicas, con una clara reducción de estudiantes en el nivel inicial y un incremento en aquellos que lograron dominar las competencias técnicas tras la intervención.

Figura 2. Competencia técnica en física médica antes/después de simulación



Fuente: Chunga Palomino, 2024.

Nota: datos obtenidos tras la aplicación del cuestionario sobre uso de la tecnología en física médica a estudiantes de física médica de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

Indicadores de la dimensión 1

Tabla 7. Indicadores D1: Habilidades técnicas en física médica pre/post simulación

Momento de la prueba													

Fuente: valores de moda basados en 1, En inicio; 2, En proceso; 3, Logrado.

La Tabla 7 refleja mejoras en los indicadores de habilidades técnicas tras la implementación de la simulación computacional. En el pretest, la mayoría de los estudiantes se encontraba en “En inicio” para los indicadores de operación de equipos médicos y programación y automatización, mientras que el uso de software de simulación se ubicaba en “En proceso”. En el postest, tanto la operación de equipos como la programación avanzaron hacia “En proceso”, con una mejora más notable en el uso de software, donde se observan incrementos en los percentiles, sugiriendo una progresión en el manejo de estas herramientas.

Los percentiles muestran que, tras la intervención, aunque los estudiantes en “En proceso” no varían significativamente en los percentiles 25 y 50 para la operación de equipos, se registra una mejora en el percentil 75. Para el uso de software de simulación, los percentiles reflejan una mayor progresión, con un porcentaje considerable alcanzando el nivel “Logrado”. En cuanto a programación, los percentiles revelan un avance general hacia el nivel intermedio, consolidando a la mayoría de los estudiantes en el nivel “En proceso”, lo que indica un avance gradual pero aún con margen de mejora.

Dimensión 2: capacidades analíticas en el uso de la tecnología en física médica

Tabla 8. Habilidades analíticas en física médica antes/después simulación

		Momento de la prueba			
		Pretest		Postest	
		fi	%	fi	%
Capacidades analíticas	En inicio	18	60,0%	1	3,3%
	En proceso	9	30,0%	11	36,7%
	Logrado	3	10,0%	18	60,0%
	Total	30	100,0%	30	100,0%

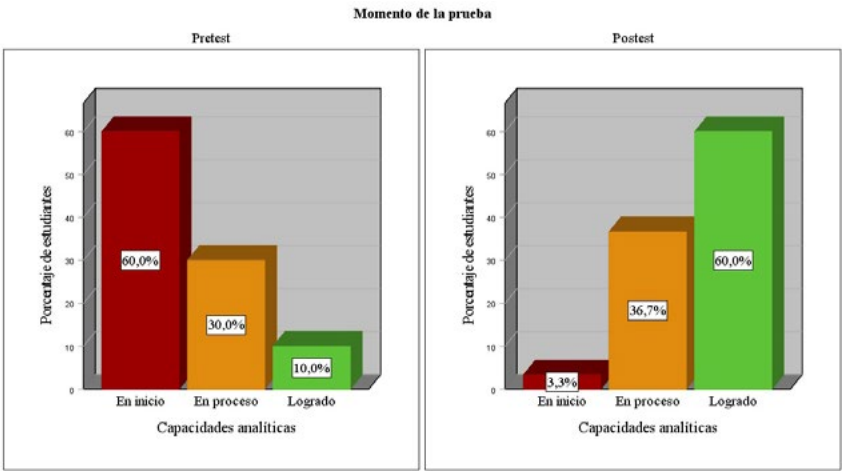
Fuente: Chunga Palomino, 2024.

Nota: datos obtenidos tras la aplicación del cuestionario sobre uso de la tecnología en física médica a estudiantes de física médica de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

La Tabla 8 muestra los resultados sobre el nivel de capacidades analíticas en el uso de la tecnología en física médica antes y después de la implementación de la simulación computacional. En el pretest, el 60.0% de los estudiantes estaba en el nivel

“En inicio”, el 30.0% en “En proceso” y solo el 10.0% había alcanzado el nivel “Logrado”. En el postest, los resultados mejoraron considerablemente: solo el 3.3% permaneció en el nivel “En inicio”, el 36.7% avanzó a “En proceso”, y el 60.0% alcanzó el nivel “Logrado”. Estos resultados indican un avance significativo en las capacidades analíticas de los estudiantes, con una reducción drástica en el nivel más bajo y una alta proporción de estudiantes que lograron dominar estas capacidades tras la intervención.

Figura 3. Análisis tecnológicos en física médica pre/post intervención



Fuente: Chunga Palomino, 2024.

Nota: datos obtenidos tras la aplicación del cuestionario sobre uso de la tecnología en física médica a estudiantes de física médica de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

Indicadores de la dimensión 2

Tabla 9. Indicadores de la dimensión 2

Momento de la prueba											
		Pretest					Postest				
		Moda	Desv. Des- viación	Percentiles			Moda	Desv. Desviación	Percentiles		
				25	50	75			25	50	75
I4: Interpretación de datos médicos	1	,960	0	1	2	3	,837	2	3	3	
I5: Evaluación y validación de resultados	1	,915	1	1	2	2 ^a	,702	2	2	3	

Fuente: valores de moda basados en 1, En inicio; 2, En proceso; 3, Logrado.

La Tabla 9 muestra los indicadores de la dimensión “Capacidades analíticas en el uso de la tecnología en física médica” antes y después de la implementación de la simulación computacional. En el pretest, la moda para ambos indicadores (I4:

Interpretación de datos médicos e I5: Evaluación y validación de resultados) se situaba en “En inicio” (1), reflejando un bajo nivel de capacidades analíticas entre

los estudiantes. Tras la intervención, en el postest, la moda para la interpretación de datos médicos (I4) avanzó a “Logrado” (3), y para la evaluación y validación de resultados (I5) subió a “En proceso” (2a), con un porcentaje considerable alcanzando “Logrado”. Las reducciones en la desviación estándar y el incremento en los percentiles más altos en ambos indicadores reflejan una mayor consistencia y avance generalizado en las capacidades analíticas tras la implementación de la simulación computacional.

Los percentiles en la Tabla 9 ofrecen una visión más detallada del progreso en las capacidades analíticas de los estudiantes, específicamente en los indicadores de interpretación de datos médicos (I4) y evaluación y validación de resultados (I5), antes y después de la implementación de la simulación computacional.

Para el indicador I4: Interpretación de datos médicos, en el pretest, los percentiles 25, 50 y 75 se sitúan en niveles bajos (0, 1 y 2, respectivamente), lo que indica que la mayoría de los estudiantes estaba en el nivel “En inicio” o apenas comenzando el nivel “En proceso”.

En el postest, los percentiles 25, 50 y 75 muestran un desplazamiento hacia niveles más altos (2, 3, 3), lo que significa que al menos el 25% de los estudiantes ya se encuentran en “En proceso”, mientras que la mitad (percentil 50) y el 75% ya están en el nivel “Logrado”. Esto refleja una mejora sustancial en la capacidad para interpretar datos médicos, con una mayor concentración de estudiantes en los niveles superiores.

En cuanto al indicador I5: Evaluación y validación de resultados, en el pretest, los percentiles 25, 50 y 75 se situaban en los niveles bajos (1, 1, 2), reflejando que la mayoría de los estudiantes no había superado el nivel “En inicio”, con solo un pequeño porcentaje avanzando hacia “En proceso”. Tras la intervención, en el postest, los percentiles aumentan a (2, 2, 3), lo que indica que el 25% de los estudiantes ya alcanzaron el nivel “En proceso”, mientras que el 50% se mantiene en ese nivel y el 75% ha alcanzado el nivel “Logrado”. Esto sugiere un avance considerable en la evaluación y validación de resultados, con una tendencia clara hacia el dominio de estas capacidades.

Dimensión 3: capacidades de gestión de información en el uso de la tecnología en física médica

Tabla 10. Capacidad de gestión informativa en física médica: pre/post simulación

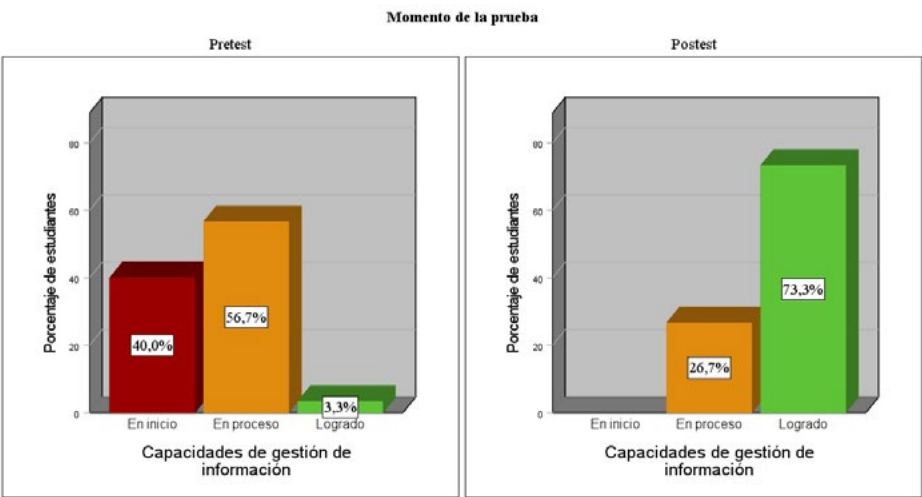
		Momento de la prueba			
		Pretest		Posttest	
		fi	%	fi	%
Capacidades de gestión de in- formación	En inicio	12	40,0%	0	0,0%
	En proceso	17	56,7%	8	26,7%
	Logrado	1	3,3%	22	73,3%
	Total	30	100,0%	30	100,0%

Fuente: Chunga Palomino, 2024.

Nota: datos obtenidos tras la aplicación del cuestionario sobre uso de la tecnología en física médica a estudiantes de física médica de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

La Tabla 10 muestra los resultados del nivel de capacidades de gestión de información en el uso de la tecnología en física médica antes y después de la implementación de la simulación computacional. En el pretest, el 40.0% de los estudiantes se encontraba en el nivel “En inicio”, el 56.7% en “En proceso”, y solo el 3.3% en “Logrado”. Tras la intervención, ninguno de los estudiantes permaneció en el nivel “En inicio”, el 26.7% alcanzó el nivel “En proceso”, y el 73.3% llegó al nivel “Logrado”. Estos resultados indican una mejora notable en las capacidades de gestión de información, con una gran parte de los estudiantes avanzando al nivel más alto después de la implementación de la simulación computacional.

Figura 4. Competencias informacionales en física médica pre/post intervención



Fuente: Chunga Palomino, 2024.

Nota: datos obtenidos tras la aplicación del cuestionario sobre uso de la tecnología en física médica a estudiantes de física médica de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

Indicadores de la dimensión 3

Tabla 11. Indicadores de la dimensión 3

		Momento de la prueba									
		Pretest					Postest				
		Moda	Desv. Desvia- ción	Percentiles			Moda	Desv. Desvia- ción	Percentiles		
				25	50	75			25	50	75
I6: Gestión de datos clínicos	2	,877	1	2	2	3	,724	2	3	3	
I7: Prácticas de seguridad y protección de datos.	1	,765	1	1	2	3	,718	2	3	3	

Fuente: Chunga Palomino, 2024. Valores de moda basados en 1, En inicio; 2, En proceso; 3, Logrado.

La Tabla 11 muestra los indicadores de la dimensión “Capacidades de gestión de información” antes y después de la implementación de la simulación

computacional. En el pretest, la moda para el indicador I6: Gestión de datos clínicos se situaba en “En proceso” (2), con los percentiles 25, 50 y 75 ubicados en 1, 2 y 2, lo que indica que la mayoría de los estudiantes tenía un nivel intermedio en esta capacidad. Tras la intervención, la moda avanzó a “Logrado” (3), y los percentiles 25, 50 y 75 se elevaron a 2, 3 y 3, respectivamente, mostrando un progreso claro en el manejo de datos clínicos, con un número significativo de estudiantes alcanzando el nivel más alto.

Para el indicador I7: Prácticas de seguridad y protección de datos, la moda en el pretest estaba en “En inicio” (1), con percentiles 25, 50 y 75 en 1, 1 y 2, lo que revela un bajo dominio inicial en estas prácticas. Tras la simulación, la moda avanzó a “Logrado” (3), con los percentiles 25, 50 y 75 ubicados en 2, 3 y 3, lo que indica que la mayoría de los estudiantes mejoró notablemente, alcanzando niveles superiores en cuanto a la seguridad y protección de datos tras la implementación de la simulación.

Dimensión 4: actitudes y ética digital en el uso de la tecnología en física médica

Tabla 12. Actitudes digitales en física médica antes/después simulación

		Momento de la prueba			
		Pretest		Posttest	
		f _i	%	f _i	%
Actitudes y ética digital	En inicio En proceso	13	43,3%	6	20,0%
		15	50,0%	17	56,7%
	Logrado	2	6,7%	7	23,3%
	Total	30	100,0%	30	100,0%

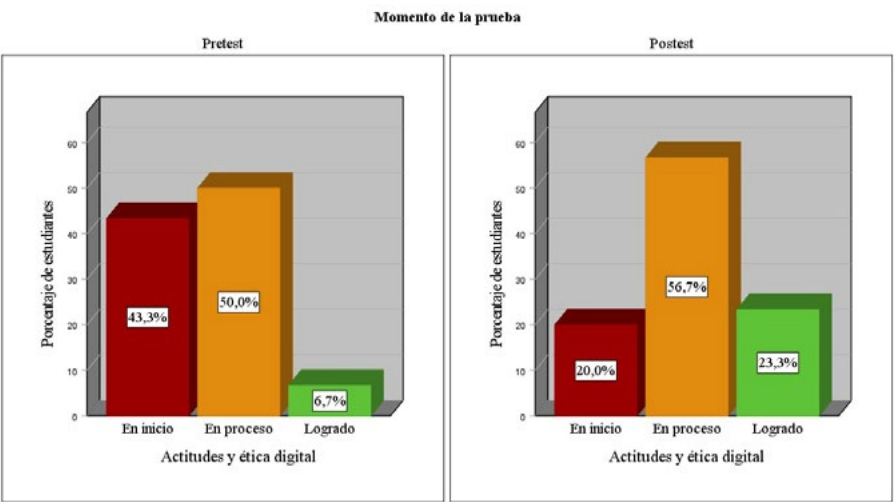
Fuente: Chunga Palomino, 2024.

Nota: datos obtenidos tras la aplicación del cuestionario sobre uso de la tecnología en física médica a estudiantes de física médica de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

La Tabla 12 muestra los resultados del nivel de actitudes y ética digital en el uso de la tecnología en física médica antes y después de la implementación de la simulación computacional. En el pretest, el 43.3% de los estudiantes se encontraba en el nivel “En inicio”, el 50.0% en “En proceso”, y solo el 6.7% en “Logrado”. Tras la intervención, el 20.0% de los estudiantes permaneció en “En inicio”, mientras que el 56.7% avanzó a “En proceso” y el 23.3% alcanzó el nivel “Logrado”. Estos resultados implican una mejora en las actitudes y la ética digital de los estudiantes, con una

notable reducción en el nivel más bajo y un incremento significativo en los niveles intermedio y avanzado después de la simulación.

Figura 5. Actitudes y ética digital en física médica: pre/post simulación



Fuente: Chunga Palomino, 2024.

Nota: Datos obtenidos tras la aplicación del cuestionario sobre uso de la tecnología en física médica a estudiantes de física médica de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

Tabla 13. Indicadores de la dimensión 4

	Momento de la prueba									
	Pretest					Postest				
	Moda	Desv. Des- viación	Percentiles			Moda	Desv. Des- viación	Percentiles		
			25	50	75			25	50	75
I8: Actitud crítica y ética	1	,858	1	1	2	2	,809	2	2	3
I9: Colaboración y comunicación digital	1	,900	1	1	2	2	,814	1	2	2

Fuente: Chunga Palomino, 2024. Valores de moda basados en 1, En inicio; 2, En proceso; 3, Logrado.

La Tabla 13 muestra los indicadores de la dimensión “Actitudes y ética digital” antes y después de la implementación de la simulación computacional. En el pretest, la moda para ambos indicadores (I8: Actitud crítica y ética e I9: Colaboración y comunicación digital) se situaba en “En inicio” (1), con los percentiles 25, 50 y 75 mostrando un bajo nivel de desarrollo en estas competencias, especialmente en el indicador I8, donde los percentiles estaban en 1, 1 y 2. Esto refleja que la mayoría de los estudiantes estaba en un nivel inicial de competencia en actitudes y ética digital antes de la intervención.

Tras la implementación de la simulación, la moda para ambos indicadores subió a “En proceso” (2), con mejoras en los percentiles. En el caso de I8, los percentiles 25, 50 y 75 avanzaron a 2, 2 y 3, lo que indica que un número significativo de estudiantes alcanzó un nivel más avanzado en su actitud crítica y ética. En I9, los percentiles también mejoraron, pero de manera más moderada, con 25 y 50 en 1 y 2, lo que sugiere que, aunque hubo progreso, todavía una proporción considerable de estudiantes sigue en el nivel intermedio en cuanto a la colaboración y comunicación digital.

Prueba de hipótesis

En esta sección, se hicieron notables los descubrimientos obtenidos a través del análisis de datos. Primero, se determinó el tipo de distribución de los datos mediante la prueba de Shapiro Wilk, para poder llevar a cabo un análisis inferencial apropiado. Para ello, se evaluó la normalidad utilizando el test de Shapiro Wilk, considerando la población de 50 estudiantes y tomando en cuenta que es aplicable en casos donde la población es de 50 o menos.

Tabla 14. Prueba de Shapiro Wilk de la puntuación de las variables observadas

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
D1: Habilidades técnicas	,970	30	,540
D2: Capacidades analíticas	,960	30	,309
D3: Capacidades de gestión de información	,933	30	,060
D4: Actitudes y ética digital	,929	30	,057
VD: Competencia en el uso de la tecnología en física médica	,963	30	,367

Fuente: Chunga Palomino, 2024. Datos analizados con SPSS versión 27.

H₀: La diferencia de los datos antes y después de aplicar el programa se ajustan a una distribución normal.

H₁: La diferencia de los datos antes y después de aplicar el programa no se ajustan a una distribución normal.

La Tabla 14 presenta los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de las puntuaciones observadas en las variables del estudio. Según los criterios de decisión, la hipótesis nula (H₀) se acepta cuando el valor de significancia (p) es mayor a 0,05, lo que indica que los datos siguen una distribución normal. Los valores de significancia para todas las dimensiones evaluadas (D1: Habilidades técnicas, D2: Capacidades analíticas, D3: Capacidades de gestión de información, D4: Actitudes y ética digital, y la variable dependiente VD: Competencia en el uso de la tecnología en física médica) son mayores a 0,05.

Toma de decisión: Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H₀) en todos los casos, lo que implica que las puntuaciones de las variables siguen una distribución normal, permitiendo el uso de pruebas inferenciales paramétricas en el análisis posterior. Por el diseño preexperimental de la investigación, se empleó la prueba t de student para muestras emparejadas.

Hipótesis general

OG: Determinar los efectos de la Simulación computacional en la mejora de la competencia “Uso de tecnología de Física médica” en estudiantes VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura, 2023

H₀: La simulación computacional no tiene efectos significativos en la mejora de la competencia “Uso de tecnología de Física médica” en estudiantes del VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura.

H_a: La simulación computacional tiene efectos significativos en la mejora de la competencia “Uso de tecnología de Física médica” en estudiantes del VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura. Tipo de prueba: Prueba de t de student para muestras relacionadas

Tabla 15. Contraste de la hipótesis general

Diferencias emparejadas								
	Media	Dif. media	Desvia- ción es- tándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig.(unila- teral)
				Infe- rior	Superior			
Pretest	11,30	-7,000	4,283	-8,599	-5,401	-8,952	29	,000
Postest	18,30							

Fuente: Chunga Palomino, 2024. Datos analizados con SPSS versión 27.

La prueba t de Student para muestras relacionadas muestra una diferencia significativa entre las puntuaciones del pretest y postest, con una media de 7.000 y un valor t de -8.952. El intervalo de confianza del 95% para la diferencia se encuentra entre -8.599 y -5.401, y el valor de significancia ($p = 0.000$) es menor a 0.05.

Estos resultados indican que la implementación de la simulación computacional tuvo un impacto significativo en la mejora de la competencia en el uso de tecnología en Física Médica, reflejando un progreso claro en el desempeño de los estudiantes tras la intervención.

Toma de decisión: Dado que el valor de p es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0), lo que implica que la simulación computacional tiene efectos significativos en la mejora de la competencia “Uso de tecnología de Física médica” en los estudiantes. Por tanto, se acepta la hipótesis alternativa (H_a), confirmando que la intervención logró una mejora sustancial en la competencia evaluada.

Comprobación de hipótesis Específica 1

OE1: Identificar los efectos de la simulación computacional en la mejora de las habilidades técnicas en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

H01: La simulación computacional no mejora significativamente las habilidades técnicas en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes del VII al X ciclo.

Ha1: La simulación computacional mejora significativamente las habilidades técnicas en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes del VII al X ciclo.

Tabla 16. Contraste de la hipótesis específica 1

Diferencias emparejadas								
		Dif. media	Des-viación estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (unilateral)
				Inferior	Superior			
Pretest	3,47	-1,633	2,918	-2,723	-,544	-3,066	29	,005
Postest	5,10							

Fuente: Chunga Palomino, 2024. Datos analizados con SPSS versión 27.

La Tabla 16 muestra los resultados de la prueba t de Student para muestras relacionadas, utilizada para contrastar la hipótesis específica 1. La diferencia media entre el pretest y postest es de -1.633, con una desviación estándar de 2.918 y un valor t de -3.066. El intervalo de confianza del 95% para la diferencia se encuentra entre -2.723 y -0.544. El valor de significancia ($p = 0.005$) es menor a 0.05, lo que indica que la diferencia en las habilidades técnicas antes y después de la simulación computacional es estadísticamente significativa.

Toma de decisión: Dado que el valor de p es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a). Esto significa que la simulación computacional mejora significativamente las habilidades técnicas en el uso de tecnología de Física Médica en los estudiantes del VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura.

Comprobación de hipótesis Específica 2

OE2: Analizar los efectos de la simulación computacional en la mejora de las capacidades analíticas en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

H02: La simulación computacional no mejora significativamente las capacidades analíticas en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes del VII al X ciclo.

Haz: La simulación computacional mejora significativamente las capacidades analíticas en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes del VII al X ciclo.

Tabla 17. Contraste de la hipótesis específica 2

Diferencias emparejadas								
		Dif. media	Desviación estándar	95% de intervalo de confianza de la dife- rencia		t	gl	Sig. (unila- teral)
				Inferior	Superior			
Pretest	2,40	-2,200	1,864	-2,896	-1,504	-6,463	29	,000
Postest	4,60							

Fuente: Chunga Palomino, 2024. Datos analizados con SPSS versión 27.

La Tabla 17 muestra los resultados del contraste de la hipótesis específica 2 mediante una prueba t de Student para muestras relacionadas. La diferencia media entre el pretest y postest es de -2.200, con una desviación estándar de 1.864 y un valor t de -6.463. El intervalo de confianza del 95% para la diferencia está entre -2.896 y

-1.504. El valor de significancia ($p = 0.000$) es menor a 0.05, lo que indica que la diferencia entre las capacidades analíticas de los estudiantes antes y después de la simulación computacional es estadísticamente significativa.

Toma de decisión: Dado que el valor de p es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a). Esto significa que la simulación computacional mejora significativamente las capacidades analíticas en el uso de tecnología de Física Médica en los estudiantes del VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura.

Comprobación de hipótesis Específica 3

OE3: Evaluar los efectos de la simulación computacional en la mejora de las capacidades de gestión de información en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

H03: La simulación computacional no mejora significativamente las capacidades de gestión de información en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes del VII al X ciclo.

Ha3: La simulación computacional mejora significativamente las capacidades de gestión de información en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes del VII al X ciclo.

Tabla 18. Contraste de la hipótesis específica 3

Diferencias emparejadas								
		Dif. media	Desviación estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (unilateral)
				Inferior	Superior			
Pretest	2,67	-2,300	1,317	-2,792	-1,808	-9,565	29	,000
Posttest	4,97							

Fuente: Chunga Palomino, 2024. Datos analizados con SPSS versión 27.

La Tabla 18 presenta los resultados de la prueba t de Student para muestras relacionadas, utilizada para contrastar la hipótesis específica 3. La diferencia media entre el pretest y posttest es de -2.300, con una desviación estándar de 1.317 y un valor t de -9.565. El intervalo de confianza del 95% para la diferencia se sitúa entre -2.792 y -1.808. El valor de significancia ($p = 0.000$) es menor que 0.05, lo que indica que la diferencia observada en las capacidades de gestión de información antes y después de la simulación computacional es estadísticamente significativa.

Toma de decisión: Dado que el valor de p es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_03) y se acepta la hipótesis alternativa (H_{a3}). Esto significa que la simulación computacional mejora significativamente las capacidades de gestión de información en el uso de tecnología de Física Médica en los estudiantes del VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura.

Comprobación de hipótesis específica 4

OE4: Establecer los efectos de la simulación computacional en la mejora de las actitudes y ética digital en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura, 2023.

Ho4: La simulación computacional no mejora significativamente las actitudes y ética digital en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes del VII al X ciclo.

Ha4: La simulación computacional mejora significativamente las actitudes y ética digital en el uso de tecnología de Física médica en estudiantes del VII al X ciclo.

Tabla 19. Contraste de la hipótesis específica 4

Diferencias emparejadas								
		Dif. media	Desviación estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (uni- lateral)
				Inferior	Superior			
Pretest	2,77	-,867	1,548	-1,445	-,289	-3,067	29	,005
Posttest	3,63							

Fuente: Chunga Palomino, 2024. Datos analizados con SPSS versión 27.

La Tabla 18 muestra los resultados del contraste de la hipótesis específica 4 mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas. La diferencia media entre el pretest y posttest es de -0.867, con una desviación estándar de 1.548 y un valor t de -3.067. El intervalo de confianza del 95% se encuentra entre -1.445 y -0.289. El valor de significancia ($p = 0.005$) es menor a 0.05, lo que indica que la diferencia entre las actitudes y la ética digital antes y después de la simulación computacional es estadísticamente significativa.

Toma de decisión: Dado que el valor de p es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_{a4}). Esto implica que la simulación computacional mejora significativamente las actitudes y la ética digital en el uso de tecnología de Física Médica en los estudiantes del VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura.

Discusión de los resultados

Los resultados descriptivos e inferenciales del estudio revelan una mejora significativa en las competencias tecnológicas de los estudiantes de física médica tras la implementación de la simulación computacional. Descriptivamente, la competencia en el uso de la tecnología mostró un incremento importante: antes de la intervención, el 26.7% de los estudiantes se encontraba en el nivel “En inicio”, mientras que, tras la intervención, el 50.0% alcanzó el nivel “Logrado”. Inferencialmente, la prueba t para muestras relacionadas confirmó este progreso, con una diferencia media de -7.000 ($t = -8.952$, $p = 0.000$), lo que demuestra un impacto significativo de la simulación en el desarrollo de la competencia tecnológica general. Estos resultados son comparables con los obtenidos por Serna y Martínez (2018), quienes también observaron que la simulación facilita el desarrollo de competencias tecnológicas, aunque señalaron que en muchos casos la adopción es limitada. En este sentido, el presente estudio refuerza la efectividad

de la simulación en el ámbito educativo tecnológico, pero con un alcance más notable.

En la dimensión de habilidades técnicas, los resultados descriptivos evidenciaron que, tras la intervención, el porcentaje de estudiantes en el nivel “Logrado” aumentó del 3.3% al 23.3%, mientras que aquellos en el nivel “En inicio” se redujeron del 46.7% al 16.7%. Inferencialmente, la prueba *t* reveló una diferencia media de -1.633 ($t = -3.066$, $p = 0.005$), lo que indica una mejora significativa en el manejo de tecnologías médicas, como la operación de equipos y el uso de software especializado, gracias a la simulación computacional. Estos hallazgos son consistentes con los reportados por Rodríguez et al. (2021), quienes destacaron que los simuladores gráficos mejoran significativamente la habilidad técnica en contextos educativos, aunque en su estudio el avance fue menos pronunciado, posiblemente por las diferencias en los contextos tecnológicos utilizados.

En lo que respecta a las capacidades analíticas, descriptivamente se observó un progreso notable: el porcentaje de estudiantes en el nivel “Logrado” aumentó del 10.0% al 60.0%, mientras que aquellos en el nivel “En inicio” se redujeron del 60.0% al 3.3%. Los resultados inferenciales apoyan esta mejora, con una diferencia media de -2.200 ($t = -6.463$, $p = 0.000$), sugiriendo un impacto significativo de la simulación en la interpretación de datos médicos y la evaluación de resultados clínicos. Este avance es consistente con lo reportado por Porras (2021), quien señaló que la simulación computacional contribuye significativamente al desarrollo de capacidades analíticas, aunque en su caso, el enfoque fue más investigativo, mientras que el presente estudio se centró en la intervención directa en la enseñanza.

En la dimensión de capacidades de gestión de información, el impacto de la simulación computacional fue evidente: el porcentaje de estudiantes en el nivel “Logrado” aumentó del 3.3% al 73.3%, mientras que ninguno permaneció en el nivel “En inicio”. Inferencialmente, la prueba *t* arrojó una diferencia media de -2.300 ($t = -9.565$, $p = 0.000$), confirmando mejoras significativas en la gestión de datos clínicos y en las prácticas de seguridad tras la intervención. Este hallazgo coincide con los resultados de Barreto et al. (2022), quienes también destacaron la importancia de la simulación computacional en la mejora de competencias relacionadas con la gestión de información, aunque su enfoque fue más amplio y transdisciplinario.

Finalmente, en la dimensión de actitudes y ética digital, los resultados descriptivos mostraron un incremento en el nivel “Logrado” del 6.7% al 23.3%. Inferencialmente, el análisis reveló una diferencia media de -0.867 ($t = -3.067$, $p = 0.005$), lo que indica una mejora significativa en la actitud crítica y ética digital, así como en la colaboración en entornos digitales, gracias a la simulación computacional. Este resultado es similar a los encontrados por Valarezo et al.

(2023), quienes identificaron que la simulación y la realidad virtual tienen el potencial de mejorar actitudes éticas en contextos tecnológicos, aunque en ambos estudios se subraya que todavía existen limitaciones en su adopción masiva debido a la accesibilidad y los costos.

Los resultados del estudio sobre la mejora de las competencias tecnológicas en estudiantes de Física Médica mediante simulación computacional pueden explicarse desde la Teoría del Aprendizaje Tecnológico (TAT). Esta teoría postula que las tecnologías, como las simulaciones, promueven un aprendizaje activo, donde los estudiantes interactúan de manera dinámica con los recursos tecnológicos. Los resultados, que muestran un aumento significativo en la competencia tecnológica tras la intervención, se alinean con los principios de la TAT, ya que la simulación proporcionó un entorno interactivo donde los estudiantes pudieron experimentar y construir su propio conocimiento. El incremento de estudiantes en el nivel “Logrado” refleja el impacto de este enfoque constructivista, donde la tecnología no solo facilita la adquisición de habilidades técnicas, sino que también permite el desarrollo de competencias analíticas y críticas, tal como lo sugiere la teoría de Jonassen (2000).

Desde la Teoría de la Carga Cognitiva de John Sweller (1988), los resultados sugieren que la simulación computacional ayudó a regular la complejidad cognitiva de los conceptos avanzados de Física Médica. Los datos inferenciales que indican una mejora significativa en las capacidades analíticas y de gestión de información pueden explicarse a través de esta teoría. Las simulaciones permitieron desglosar problemas complejos en componentes más manejables, facilitando la comprensión progresiva sin sobrecargar la memoria de trabajo de los estudiantes. Al reducir la carga cognitiva mediante la presentación visual e interactiva de los conceptos, la simulación favoreció un aprendizaje más eficiente, como lo postulan De Jong (2006) y Kalyuga et al. (2003), promoviendo un equilibrio entre la complejidad inherente de los contenidos y las habilidades de los estudiantes.

La Teoría de la Atención Selectiva de Donald Broadbent (1958), también ofrece un marco valioso para interpretar cómo los estudiantes seleccionaron la información relevante durante las sesiones de simulación. El avance significativo en la gestión de información observada tras la intervención puede atribuirse a la capacidad de los estudiantes para filtrar y priorizar datos cruciales en un entorno de simulación complejo. En este sentido, la simulación computacional actuó como un medio para enfocar la atención en aspectos clave de la Física Médica, permitiendo a los estudiantes manejar eficazmente la abundancia de información presentada. Esto se alinea con las teorías de atención selectiva, que destacan la importancia de la capacidad para filtrar información en entornos de aprendizaje intensivos (Wickens, 2002).

Por último, la Teoría de la Representación Mental de Richard Mayer (2009) ayuda a explicar los avances observados en el desarrollo de habilidades técnicas y analíticas. La simulación computacional ofreció un entorno visual que permitió a los estudiantes construir representaciones mentales precisas de fenómenos complejos de la Física Médica. Los resultados inferenciales que muestran una mejora significativa en las habilidades técnicas se deben, en parte, a la capacidad de los estudiantes para visualizar y manipular conceptos abstractos, facilitando la construcción de modelos mentales robustos que apoyan la comprensión y la retención a largo plazo. Tal como sostiene Mayer (2009), la combinación de presentación visual y práctica guiada es esencial para consolidar el aprendizaje en contextos tecnológicamente avanzados.

Esta investigación aporta significativamente al campo de las Ciencias de la Educación al demostrar el impacto positivo de la simulación computacional en la mejora de competencias tecnológicas en estudiantes de Física Médica. Los resultados evidencian cómo el uso de tecnologías emergentes, como las simulaciones, puede facilitar la adquisición de habilidades técnicas, analíticas y de gestión de información, destacando su potencial para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje en contextos educativos especializados. Al integrar teorías de aprendizaje tecnológico y de carga cognitiva, el estudio no solo confirma la efectividad de las simulaciones como herramienta educativa, sino que también ofrece un marco teórico-práctico para optimizar la enseñanza en disciplinas con alta complejidad cognitiva.

En la línea de investigación de *Tecnología de la Información y Comunicación aplicada a la docencia universitaria*, este estudio aporta evidencia empírica sobre la capacidad de las TIC para mejorar las competencias profesionales en la educación superior. Al enfocarse en un grupo de estudiantes universitarios, la investigación refuerza la relevancia de integrar simulaciones computacionales en el currículum académico como una estrategia pedagógica innovadora. Asimismo, el estudio subraya la necesidad de un enfoque pedagógico integral, que considere tanto el conocimiento técnico como el pedagógico y de contenido (TPACK), posicionando las simulaciones como una herramienta clave para la formación de profesionales altamente calificados en el uso de tecnologías aplicadas a sus respectivos campos.

Conclusiones

Respecto al objetivo general, se comprobó que la simulación computacional tuvo efectos significativos en la mejora de la competencia “Uso de tecnología de Física médica” en los estudiantes. La diferencia media entre el pretest y posttest fue de 7.000, con un valor t de -8.952 y una significancia estadística de $p = 0.000$. Estos resultados reflejan un progreso claro, pasando del 26.7% de estudiantes en

el nivel “En inicio” antes de la intervención a un 50% en el nivel “Logrado” después de la misma, demostrando el impacto positivo de la simulación en el desarrollo de competencias tecnológicas.

Respecto al objetivo específico 1, la simulación computacional mejoró significativamente las habilidades técnicas en el uso de tecnología de Física Médica. Los resultados de la prueba t mostraron una diferencia media de -1.633 ($t = -3.066$, $p = 0.005$). Tras la intervención, el porcentaje de estudiantes en el nivel “Logrado” aumentó del 3.3% al 23.3%, mientras que aquellos en el nivel “En inicio” disminuyeron del 46.7% al 16.7%. Esto demuestra una mejora en el manejo de tecnologías clave, como el uso de software de simulación y la operación de equipos médicos.

Respecto al objetivo específico 2, los resultados indicaron una mejora significativa en las capacidades analíticas de los estudiantes. La prueba t para muestras relacionadas arrojó una diferencia media de -2.200 ($t = -6.463$, $p = 0.000$). Descriptivamente, el porcentaje de estudiantes en el nivel “Logrado” aumentó del 10.0% al 60.0%, mientras que aquellos en el nivel “En inicio” se redujeron del 60.0% al 3.3%, reflejando un progreso considerable en la interpretación de datos médicos y la evaluación de resultados clínicos.

Respecto al objetivo específico 3, se evidenció una mejora significativa en las capacidades de gestión de información tras la intervención. La diferencia media entre el pretest y posttest fue de -2.300 ($t = -9.565$, $p = 0.000$), lo que indica un avance notable en la gestión de datos clínicos y las prácticas de seguridad. El porcentaje de estudiantes en el nivel “Logrado” aumentó del 3.3% al 73.3%, sin que ningún estudiante permaneciera en el nivel “En inicio”, lo que muestra un avance importante en esta dimensión.

Respecto al objetivo específico 4, los resultados mostraron una mejora significativa en las actitudes y la ética digital de los estudiantes. La diferencia media fue de -0.867 ($t = -3.067$, $p = 0.005$). Tras la intervención, el porcentaje de estudiantes en el nivel “Logrado” aumentó del 6.7% al 23.3%, mientras que aquellos en el nivel “En inicio” disminuyeron del 43.3% al 20.0%. Esto demuestra un avance importante en la actitud crítica y ética, así como en la colaboración en entornos digitales.

Recomendaciones

Respecto al objetivo general, se recomienda que la institución educativa continúe implementando y expandiendo el uso de simulación computacional en la formación de estudiantes de Física Médica. Esta estrategia no solo mejora las competencias tecnológicas, sino que también puede aplicarse en otros programas

académicos donde el uso de tecnología es clave, lo que permitirá una formación más integral y práctica.

Respecto al objetivo específico 1, se sugiere que la universidad establezca un programa regular de capacitación en habilidades técnicas, como el manejo de software de simulación y equipos médicos, con el fin de consolidar y mantener las mejoras observadas en los estudiantes. Este programa debe incluir actualizaciones tecnológicas periódicas para asegurar que los estudiantes estén familiarizados con las últimas herramientas y técnicas del campo.

Respecto al objetivo específico 2, se recomienda profundizar en el desarrollo de capacidades analíticas a través de simulaciones avanzadas que incluyan escenarios más complejos y realistas. A nivel institucional, sería útil integrar estos programas de simulación en asignaturas relacionadas con análisis de datos médicos, permitiendo a los estudiantes aplicar las habilidades adquiridas en un entorno controlado y práctico.

Respecto al objetivo específico 3, la institución debería implementar un sistema de gestión de información clínica como parte de la formación continua en Física Médica. La creación de un entorno de simulación más robusto que incluya la gestión de datos clínicos permitirá a los estudiantes practicar con herramientas reales, mejorando así la seguridad y eficiencia en la manipulación de información confidencial.

Respecto al objetivo específico 4, se sugiere que la universidad desarrolle talleres y módulos adicionales enfocados en ética digital y colaboración en entornos virtuales. Estos programas deben fomentar la reflexión crítica sobre el uso responsable de la tecnología, así como promover un ambiente colaborativo que potencie la participación en proyectos grupales utilizando plataformas digitales, asegurando así el desarrollo de competencias éticas y colaborativas.

Referencias

- Arias, J., Jiménez, A., & Porras, H. (2016). Desarrollo de aplicaciones en python para el aprendizaje de física computacional. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 16(1), 72.
- Arras, A. M. D. G., Torres, C. A., & García, A. (2022). Competencias en Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) de los estudiantes universitarios. *Revista Latina de Comunicación Social*, 66, 337-359.
- Barreto, M., Trujillo, C., Poveda, Y., Vega, L., Sarmiento, D., & Reyes, I. (2022). *Modelización computacional en educación. Aplicaciones del modelado de simulación multimétodo* [Tesis de Maestría, Universidad de Cundinamarca].
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*, 20(6), 481-486. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x>
- Bawden, D. (2016). Origins and concepts of digital literacy. *Digital Literacies: Concepts, Policies and Practices*, 17-32.
- Bawden, D. (2021). Information and digital literacies: a review of concepts. *Journal of Documentation*, 57(2), 218-259. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000007083>
- Bell, F. (2011). Connectivism: Its place in theory-informed research and innovation in technology-enabled learning. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 12(3), 98-118.
- Blanco, C., & Vázquez, G. (2021). La fundación IAVANTE y su apuesta por el E-learning. *Educación Médica*, 9(2), 65-80.
- Bonete, R. (2019). *La adaptación de la Universidad de Salamanca al Espacio Europeo de Educación Superior: un desafío para todos*. In Salamanca. Universidad de Salamanca.
- Bono, E. (2018). *New think: the use of lateral thinking in the generation of new ideas*. Basic Books.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. Pergamon Press.
- Brown, J. (2020). *Growing Up Digital: How the Web Changes Work, Education, and the Ways People Learn*. United States Distance Learning Association.
- Brusilovsky, P. (2019). The Construction and Application of Student Models in Intelligent Tutoring Systems. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 32(1), 70-89.

- Cabero, J. (2017). Formación del profesorado universitario en estrategias metodológicas para la incorporación del aprendizaje en red en el espacio de educación superior (EEES). *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, (27), 11-29.
- Cabrero, F., Sánchez, J., Sánchez, A., Borrajo, J., Rodríguez, M., Cabrero, M., & Juanes, J. (2020). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la física médica. *Teoría de La Educación: Educación y Cultura En La Sociedad de La Información*, 11(2), 46-74.
- Cabrero, F., Sánchez, J., Sánchez, A., Borrajo, J., Rodríguez, M., Cabrero, M., & Juanes, J. (2010). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la física médica. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 11(2), 46-74.
- Castro, J. J., Bedoya-Perdomo, K., & Pino-Martínez, A. A. (2021). La simulación como aporte para la enseñanza y el aprendizaje en épocas de Covid-19. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 8(1), 315-324. <https://doi.org/10.15649/2346030X.2475>
- Chunga Palomino, S. L. (2024). *Simulación computacional en la mejora de la competencia "uso de tecnología de física médica" en estudiantes VII al X ciclo de la Escuela Profesional de Física de la Universidad Nacional de Piura, 2023* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Piura].
- De Jong, T. (2006). Computer simulations–Technological advances in inquiry learning. *Science*, 312(5773), 532-533. <https://doi.org/10.1126/science.1127750>
- Dede, C. (2008). *Theoretical perspectives influencing the use of information technology in teaching and learning*. Springer.
- Demir, S., & Velipasaoglu, E. (2017). *Simulation-based education and training resource: iCell*, en *Information Technology Applications in Biomedicine*. 4th Technology, International IEEE EMBS Special Topic Conference on Information Biomedicine, Applications in Biomedicine. <https://ieeexplore.ieee.org/document/1222484/>
- Eshet, A. (2018). Digital literacy: a conceptual framework for survival skills in the digital era. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 39(1), 93-106. https://www.openu.ac.il/personal_sites/download/Digital-literacy2004-JEMH.pdf

- Fernández, S., Rodeiro, D., & Ruzo, E. (2006). *Las TIC en la Educación Superior: una visión general*, en *Las TIC en el Sistema Universitario Español (2006): Un análisis estratégico*. Dres.: Conferencia de Rectores de Las Universidades Españolas.
- Ferrari, A. (2021). *Digital competence in practice: An analysis of frameworks*. European Commission, Joint Research Centre JRC.
- George, C. E., López-Caudana, E. O., Ramírez-Montoya, M. S., & Ruiz-Ramírez, J. A. (2023). Pensamiento computacional basado en realidad virtual y razonamiento complejo: Caso de estudio secuencial. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/red.540841>
- Gilster, P. (2019). *Digital literacy*. Wiley.
- Gisbert, M., & Esteve, F. (2021). Digital learners: La competencia digital de los estudiantes universitarios. *La Cuestión Universitaria*, 7, 48–59.
- Hartman, S. (1996). *The World as a Process: Simulation in the Natural and Social Sciences*. Simulation and Modelling in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn?. *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Honey, M., & Hilton, M. (2011). *Learning science through computer games and simulations*. National Academies Press.
- Humanante, P., Solís-Mazón, M. E., Fernández-Acevedo, J., & Silva-Castillo, J. (2019). Las competencias TIC de los estudiantes que ingresan en la universidad: Una experiencia en la Facultad de Ciencias de la Salud de una universidad latinoamericana. *Educación Médica*, 20(3), 134-139. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2018.02.002>
- Humphreys, P. (1990). *Computer Simulations*. PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association. <https://philpapers.org/rec/HUMCS>
- ISTE. (2018). *National educational technology standards for student*. International Society for Technology in Education.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking*. Prentice Hall.

- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23-31.
- Kleiner, A. (2020). *Karen Stephenson's Quantum Theory of Trust*. S&M EDITORS.
- Krumsvik, R. (2018). Situated learning and teachers' digital competence. *Education and Information Technologies*, 13(13), 279-290.
- Laguardia, R., López, A., & Díaz, O. (2019). La física médica en la ciudad de La Habana. *Nucleus*, 66, 52-57.
- Landauer, T., & Dumais, S. (2019). *A Solution to Plato's Problem: The Latent Semantic Analysis Theory of Acquisition, Induction and Representation of Knowledge*. Knowledge.
- Lanham, R. (2020). Digital literacy. *Scientific American*, 3, 160-180.
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2018). *Digital literacies: Concepts, policies and practices*. Peter Lang.
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2019). Digital literacies: policy, pedagogy and research considerations for education. *Digital Kompetanse: Nordic Journal of Digital Literacy*, 23(7), 12-24. <https://doi.org/10.18261/ISSN1891-943X-2006-01-03>
- Larraz, V. (2021). La competencia digital a la Universitat. Universitat d'Andorra.
- Laura, J. (2017). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la física: una revisión crítica de los últimos años. *Enseñanza de Las Ciencias*, 35(2), 161-178. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2117>
- Le Boterf, G. (2021). Ingeniería de las competencias. Gestión 2000.
- Lion, C. (2019). *Los Desafíos y oportunidades de incluir tecnologías en las prácticas educativas: Análisis de casos inspiradores*. UNESCO.
- López, S., Veit, E., & Araujo, I. (2016). Una revisión de literatura sobre el uso de modelación y simulación computacional para la enseñanza de la física en la educación básica y media. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38(2). <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2015-0031>
- Malca, M. (2019). *Simulación en Educación Médica: Manual teórico práctico*. Asociación Peruana de Facultades de Medicina-ASPEFAM.

- Marqués, P., Dorado, C., Bosco, A., & Santiaveri, N. (2019). Las TICs como instrumento de apoyo a las actividades de los docentes universitarios y de sus alumnos en el marco de la implantación de los créditos ECTS. Las claves del éxito. <https://peremarques.net/ectstic2.htm>
- Martin, A. (2018). *Alfabetización Digital para el Aprendizaje del siglo XXI*. UOC.
- Martin, A. (2018). *Digital literacy and the digital society*. Peter Lang.
- Matzumura, J., León, H. M., & Gutiérrez, H. F. (2018). Simulación clínica y quirúrgica en la educación médica: Aplicación en obstetricia y ginecología. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 64(2), 239-248. <https://doi.org/10.31403/rpgo.v64i2084>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43-52.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mislevy, R. (2021). *Evidence-centered design for simulation-based assessment*. Los Ángeles: The National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST). University of California.
- Monsky, W., Levine, D., & Metha, T. (2020). Using a sonographic simulator to assess residents before overnight call. *AJR*, 178, 35-39. <https://doi.org/10.2214/ajr.178.1.1780035>
- Morrison, M. (2019). Models, measurement and computer simulation: the changing face of experimentation. *Philosophical Studies*, 33(57), 143-165. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11098-008-9317-y>
- Navone, H., & Turner, P. (2008). Física computacional en el nivel medio: ¿una asignatura pendiente? *Revista de Enseñanza de la Física*, 21(2).
- OCDE. (2018). *Los desafíos de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- OIEA. (2010). *El físico médico: Criterios y recomendaciones para su formación académica, entrenamiento clínico y certificación en América Latina*.

- Ortega, J., Rodríguez, C., López, R., & Sánchez, A. (2020). *La “nueva” formación del profesorado universitario y el entorno de la Universidad de Salamanca para la docencia en red (EUDORED-Jle/Edustance)*. II Congreso Internacional “Docencia Universitaria e Innovación.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Peña, I. (2017). Capacitació digital a la UOC: L’alfabetització tecnològica vs. La competència digital. *Jornades En Xarxa Sobre l’EEES*, 27(18), 74–90.
- Piaget, J. (1950). *The psychology of intelligence*. Routledge.
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. Orion Press.
- Polya, G. (2017). *How to Solve IT*.
- Porras, M. A. (2021). Una experiencia didáctica en la formación de personas jóvenes científicas a través de la participación en investigación científica en el Laboratorio de Física Médica Computacional de la Universidad de Costa Rica. *Revista Educación*, 420-434. <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i1.43547>
- Quiroz, D. A., Carmona-Mesa, J. A., Gastrillón-Yepes, A., & Villa-Ochoa, J. A. (2021). Integración del Pensamiento Computacional en la educación primaria y secundaria en Latinoamérica: Una revisión sistemática de literatura. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(68). <https://doi.org/10.6018/red.485321>
- Rodríguez, J., & Silva, J. (2019). Incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación en la formación inicial docente el caso chileno. *Innovación Educativa*, 6(32), 19–35.
- Rodríguez, P., Rodríguez, A., & Avella, F. (2021). Evaluación de simuladores como estrategia para el aprendizaje de la electricidad en la asignatura de física en la educación media. *Revista Boletín Redipe*, 10(8), 219-237. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i8.1401>
- Rojas, J., & Morales, M. (2019). Física computacional: una propuesta educativa. *Revista Mexica de Física*, 55, 97–111.
- Ruzo, E., & Rodeiro, D. (2019). *Eje 1: Enseñanza-Aprendizaje, en Las TIC en el Sistema Universitario Español (2006): Un análisis estratégico*. Conferencia de Rectores de Las Universidades Españolas.

- Saravia, M., & Cupe, B. (2022). Experiencia inédita de enseñar vía remota procedimientos restauradores directos e indirectos a través de la plataforma Zoom usando el modelo de simulación personalizado en tiempos de COVID-19. *Revista Estomatol Herediana*, 32(1), 93–101. <https://doi.org/https://doi.org/10.20453/reh.v32i1.4189>
- SEFM. (2020). *La Física Médica: “una profesión para las ciencias de la salud.”* Sociedad española de física médica.
- Serna, D., & Martínez, L. (2018). La simulación en la educación médica, una alternativa para facilitar el aprendizaje. *Archivos de Medicina (Manizales)*, 18(2), 447-454. <https://doi.org/10.30554/archmed.18.2.2624.2018>
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3-10.
- Sinchi, F. (2018). *La simulación computacional en el trabajo experimental para el aprendizaje de las asignaturas de circuitos eléctricos en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería* [Tesis de Maestría, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. <https://hdl.handle.net/20.500.12866/3872>
- Soledad, A. (2021). *Manual para la Inserción Curricular de Simulación*. Núcleo de Simulación Interdisciplinar de la Facultad de Medicina Clínica Alemana Universidad del Desarrollo.
- Spires, H., Rowe, J., Mott, B., & Lester, J. (2019). Problem solving and game-based learning: Effects of middle grade students' hypothesis testing strategies on learning outcomes. *Journal of Educational Computing Research*, 44(4), 453–472. <http://dx.doi.org/10.2190/EC.44.4.e>
- Sunkel, G., & Trucco, D. (Eds.). (2012). *Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una educación inclusiva en América Latina Algunos casos de buenas prácticas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7)
- Tabakov, S. (2018). Guest Editor of the special issue on “e-Learning in Medical Engineering and Physics.” *Elsevier's Journal of Medical Engineering and Physics*, 27, 35–50. <https://doi.org/10.2349%2Fbiiij.4.1.e27>

- Tabakov, S. (2021). e-Learning development in medical physics and engineering. *Biomed Imaging Interv*, 27(4), 85–97.
- Topón, V., Tapia, M., Suica, A., Santana, W., & Llanga, E. (2019). El desarrollo de la tecnología en el aprendizaje médico. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*.
- Valarezo, G. E., Sánchez, X. E., Bermúdez, C., & García, R. (2023). Simulación y realidad virtual aplicadas a la educación. *RECIMUNDO*, 7(1), 432-444.
- Vermandel, M., Betrouni, N., & Rosseau, J. (2021). Intervencional therapy procedures assisted by medical imaging and simulation. *The experience of U 703 Inserm. Cell Mol Biol*, 53, 1–10.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wickens, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3(2), 159-177. <https://doi.org/10.1080/14639220210123806>
- Wing, J. (2019). Computational Thinking. It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use. *Communications of the ACM*, 49(3), 145–162. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1118178.1118215>
- Zhu, C., Yu, F., & Riezebos, P. (2016). A research framework of smart education. *Smart Learning Environments*, 3(1), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0026-2>



Religación
Press
Ideas desde el Sur Global



**Religación
Press**

ISBN: 978-9942-561-17-6

