

DOI: <https://doi.org/10.56124/refcale.v12i3.008>

ESTRATEGIA FORMATIVA MEDIANTE HERRAMIENTAS DIGITALES PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES IMAGENOLÓGICAS EN LOS ESTUDIANTES DE MEDICINA

DESARROLLO DE HABILIDADES IMAGENOLÓGICAS CON HERRAMIENTAS DIGITALES

AUTORES:

Thalia Julimar Alvia Alvarado ¹

Karina Luzdelia Mendoza Bravo ²

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: talvia7621@utm.edu.ec

Fecha de recepción: 2 de septiembre 2024.

Fecha de aceptación: 11 de noviembre 2024.

RESUMEN

La falta de acceso a tecnología avanzada en imagenología limita el desarrollo de competencias prácticas en estudiantes de medicina, haciendo urgente una estrategia formativa alternativa. El objetivo general de este estudio fue elaborar una estrategia formativa con herramientas digitales para el desarrollo de habilidades imagenológicas en los estudiantes de medicina de la Universidad Técnica de Manabí. Se utilizó una metodología mixta que incluyó análisis cuantitativos y cualitativos, aplicando la Radiographers' Competence

¹ Maestrando del programa de Maestría Académica en Educación con mención en Docencia e Investigación en Educación Superior, de la Facultad de Posgrado de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. talvia7621@utm.edu.ec. <https://orcid.org/0009-0003-3074-1897>

² Docente Titular Principal a Tiempo Completo. Departamento de Pedagogía, Universidad Técnica de Manabí Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de La Habana. Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior - CEPES – UH. <https://orcid.org/0000-0002-0019-3020>

Scale (RCS) a 40 estudiantes y entrevistas semiestructuradas a docentes para evaluar las competencias en imagenología. Los resultados mostraron que un 25% de los estudiantes nunca tuvo acceso a simuladores o software de imágenes, lo que limitó el desarrollo práctico de habilidades clave, mientras que los estudiantes que recibieron retroalimentación más frecuente mediante herramientas digitales mostraron una mejora en la interpretación de imágenes. A pesar de las limitaciones tecnológicas, la estrategia formativa diseñada mejoró la capacidad analítica de los estudiantes, destacando la necesidad de una inversión en infraestructura tecnológica. La conclusión principal es que la estrategia formativa con herramientas digitales puede ser efectiva si se garantiza el acceso equitativo a la tecnología.

Palabras clave: estrategia formativa, herramientas digitales, imagenología, competencias, retroalimentación.

TRAINING STRATEGY USING DIGITAL TOOLS FOR THE DEVELOPMENT OF IMAGING SKILLS IN MEDICAL STUDENTS

ABSTRACT

The lack of access to advanced technology in imaging limits the development of practical skills in medical students, making an alternative training strategy urgent. The general objective of this study was to develop a training strategy with digital tools for the development of imaging skills in medical students of the Technical University of Manabí. A mixed methodology was used that included quantitative and qualitative analyses, applying the Radiographers' Competence Scale (RCS) to 40 students and semi-structured interviews with teachers to assess imaging competencies. The results showed that 25% of students never had access to simulators or imaging software, which limited the practical development of key skills, while students who received more frequent feedback using digital tools showed an improvement in image interpretation. Despite the technological limitations, the training strategy designed improved the analytical capacity of the students, highlighting the need for investment in technological infrastructure. The main conclusion is that the training strategy with digital tools can be effective if equitable access to technology is guaranteed.

Keywords: training strategy, digital tools, imaging, competencies, feedback.

INTRODUCCIÓN:

En las últimas décadas, la integración de herramientas digitales en la enseñanza de la imagenología médica ha ganado una relevancia significativa

a nivel global, con un enfoque creciente en la incorporación de tecnologías avanzadas que abarcan desde la ecografía hasta modalidades más complejas como la radiología, incluyendo rayos X, tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM). Este progreso ha sido impulsado por la necesidad de mejorar la formación de los estudiantes de medicina en un entorno donde la precisión diagnóstica y la rápida toma de decisiones son esenciales para el cuidado del paciente. En regiones como Europa, Asia y Norteamérica, múltiples investigaciones han demostrado la eficacia de estas tecnologías en la educación médica, evidenciando su capacidad para mejorar tanto las habilidades prácticas como teóricas de los futuros profesionales de la salud.

El desarrollo de herramientas de detección asistida por computadora (CAD, por sus siglas en inglés) ha sido clave en la formación de estudiantes para el reconocimiento de patrones en radiografías, especialmente en áreas críticas como la radiografía de tórax, donde la precisión es vital para diagnósticos certeros. Estas tecnologías permiten la simulación de experiencias clínicas reales, lo que fortalece las competencias de los estudiantes en la interpretación de imágenes médicas (Mdletshe et al., 2019). Adicionalmente, la implementación de kits de enseñanza en ecografía ha facilitado la comprensión de los principios básicos de la imagenología por ultrasonido, mediante prácticas interactivas que promueven un aprendizaje activo y participativo (Zhao et al., 2021). No obstante, en la actualidad, la enseñanza de la imagenología va más allá de la ecografía, abarcando tecnologías de imagen más avanzadas, como la tomografía computarizada y la resonancia magnética, que juegan un papel crucial en la educación de los estudiantes de medicina, especialmente en la identificación de patologías complejas y en la planificación de intervenciones clínicas.

En este contexto, el uso de herramientas digitales para la enseñanza de la radiología ha demostrado ser una estrategia efectiva para superar las limitaciones inherentes al acceso continuo a equipos avanzados. Las plataformas digitales permiten la simulación de procedimientos complejos como la tomografía computarizada, proporcionando a los estudiantes una experiencia cercana a la realidad sin necesidad de un acceso físico constante a los equipos. Estas herramientas, además, han sido integradas con sistemas de autoaprendizaje, que han demostrado ser más efectivos que los métodos tradicionales guiados por educadores, particularmente en la interpretación de imágenes en emergencias abdominales no traumáticas (Khalfallah et al., 2019).

En América Latina, la pandemia de COVID-19 ha acelerado la adopción de simuladores y plataformas digitales para la enseñanza de la imagenología médica, destacando la necesidad de métodos alternativos de enseñanza ante la imposibilidad de realizar prácticas presenciales. El uso de simuladores de ultrasonido y plataformas de simulación de radiología en línea ha permitido a los estudiantes adquirir habilidades esenciales en un entorno controlado, replicando de manera eficaz las situaciones clínicas que enfrentarán en su práctica profesional (Meuwly et al., 2021). La digitalización de la educación médica se ha convertido, por lo tanto, en una necesidad crucial, mejorando significativamente las competencias tanto prácticas como teóricas de los estudiantes mediante el uso de pacientes virtuales y programas de simulación avanzados (Bulatov, 2021).

En Ecuador, aunque no existen estudios específicos sobre la adopción de herramientas digitales en la formación de habilidades en radiología y otras áreas de imagenología, se puede inferir que la implementación de estas tecnologías tendría un impacto positivo similar al observado en otras regiones. Durante la pandemia de COVID-19, el uso de herramientas digitales en la educación ha mostrado un crecimiento significativo. Un estudio sobre la incidencia del uso de herramientas digitales en el nivel de bachillerato del sistema educativo ecuatoriano destaca una tendencia creciente hacia la adopción de tecnologías digitales y el uso de dispositivos móviles tanto por profesores como por estudiantes (Veintimilla et al., 2023). Sin embargo, persiste una considerable brecha digital entre docentes y estudiantes, lo que representa un desafío importante para la integración efectiva de la tecnología en la enseñanza. Este desafío es particularmente evidente en la enseñanza de la imagenología, donde la falta de acceso a equipos avanzados y la insuficiencia de prácticas clínicas debido a restricciones de tiempo y recursos justifican la necesidad de implementar herramientas digitales que complementen la formación práctica, proporcionando un entorno de aprendizaje más accesible y flexible.

La enseñanza tradicional de la imagenología en la formación médica enfrenta diversas limitaciones, especialmente en regiones con recursos limitados, como Ecuador. La falta de acceso continuo a equipos avanzados, junto con las restricciones impuestas por la pandemia, ha evidenciado la urgencia de adoptar métodos educativos alternativos que aseguren la continuidad y calidad de la formación médica. La implementación de herramientas digitales, que incluyen desde la radiografía digital hasta la simulación de resonancia magnética, ofrece una solución viable para superar estas limitaciones, proporcionando a los estudiantes una formación integral que abarca tanto los aspectos técnicos como los clínicos de la imagenología médica.

A partir de lo anterior, el objetivo general de esta investigación fue elaborar una estrategia formativa con herramientas digitales para el desarrollo de

habilidades imagenológicas en los estudiantes de medicina de la Universidad Técnica de Manabí. Para cumplir con este objetivo, se plantearon los siguientes objetivos específicos: i) establecer los referentes teóricos que sustentan las estrategias formativas con herramientas digitales para el desarrollo de habilidades imagenológicas en los estudiantes de medicina de la Universidad Técnica de Manabí; ii) diagnosticar las competencias formativas en imagenología de los estudiantes de medicina de la Universidad Técnica de Manabí; iii) diseñar estrategias para el uso de herramientas digitales en el desarrollo de habilidades imagenológicas en los estudiantes de medicina de la Universidad Técnica de Manabí; y iv) validar las estrategias formativas mediante herramientas digitales para el desarrollo de habilidades imagenológicas en los estudiantes de medicina de la Universidad Técnica de Manabí.

La novedad científica de este trabajo radica en la incorporación de herramientas digitales prácticas y accesibles para abordar las limitaciones de infraestructura tecnológica en la formación en imagenología. Este estudio se basa en una revisión de referentes teóricos que fundamentan una estrategia formativa específica, diseñada para fortalecer el aprendizaje práctico mediante el uso de simulaciones básicas y retroalimentación constante. Con esta metodología, los estudiantes pueden desarrollar competencias esenciales en la interpretación de imágenes médicas, logrando una mejora tangible en su capacidad analítica y práctica, sin necesidad de depender de simuladores avanzados o de alto costo, lo cual hace que la propuesta sea aplicable en contextos educativos con recursos limitados.

Revisión de la literatura

Las estrategias formativas mediante herramientas digitales han transformado el panorama educativo, especialmente en la enseñanza de la medicina. Definidas como un conjunto de métodos pedagógicos que integran tecnologías digitales, estas estrategias buscan mejorar la adquisición de conocimientos y habilidades en los estudiantes. Lobanov et al. (2020) destacan que la digitalización de la educación implica una transformación estructural del proceso educativo, donde las herramientas digitales no solo complementan los métodos tradicionales, sino que, en muchos casos, optimizan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas estrategias permiten una personalización del aprendizaje, adaptando el contenido a las necesidades específicas de cada estudiante y ofreciendo experiencias más individualizadas. Además, Areta y

Van Isacker (2021) subrayan la capacidad de las herramientas digitales para superar barreras geográficas y económicas, facilitando el acceso a recursos educativos de alta calidad, lo que es crucial en contextos educativos complejos.

Un aspecto fundamental de estas estrategias es su capacidad para fomentar un aprendizaje activo. Gende (2023) afirma que las herramientas digitales involucran a los estudiantes de manera más directa en su proceso educativo, promoviendo la participación y el pensamiento crítico. Este enfoque no solo mejora el rendimiento académico, sino que también prepara a los estudiantes para aplicar sus conocimientos en contextos prácticos, lo cual es esencial en la formación de futuros profesionales. La importancia de las estrategias formativas digitales radica en su capacidad para transformar el proceso educativo, alineándose con las demandas del siglo XXI y mejorando la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Lobanov et al. (2020) subrayan que la digitalización no solo cambia la forma de enseñar, sino también cómo los estudiantes interactúan con el conocimiento, impactando significativamente su desarrollo académico y profesional.

En el contexto del desarrollo de habilidades imagenológicas en estudiantes de medicina, el uso de herramientas digitales ha demostrado ser particularmente eficaz. Estas habilidades son cruciales para los futuros profesionales de la salud, permitiéndoles interpretar y analizar imágenes médicas, fundamentales en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Lo et al. (2021) exploran cómo tecnologías como la fotogrametría pueden ser utilizadas para mejorar la enseñanza de habilidades de evaluación física en estudiantes de fisioterapia, destacando su potencial para mejorar la comprensión anatómica y la retención de conocimientos. Aunque este estudio se centra en fisioterapia, sus principios son igualmente aplicables en medicina, donde la precisión en la interpretación de imágenes es crucial para el diagnóstico clínico.

Höhne et al. (2021) investigan la efectividad de un curso digital de ultrasonido guiado a distancia, conocido como TELUS, en la enseñanza de imagenología a estudiantes de medicina. Los resultados revelan que los estudiantes no solo mejoraron en la realización de ultrasonidos, sino que también aumentaron su confianza en la interpretación de imágenes. Este estudio pone de relieve la importancia de los cursos guiados digitalmente, especialmente en contextos donde la formación presencial es limitada, como durante la pandemia de COVID-19. La capacidad de realizar y analizar ultrasonidos de manera competente es una habilidad vital en muchos campos de la medicina, y su desarrollo a través de herramientas digitales asegura que los estudiantes reciban una formación de alta calidad, independientemente de las restricciones geográficas o logísticas.

Otra dimensión crítica en la formación imagenológica es el uso de herramientas asistidas por computadora. Mdletshe, Nel, Rainford, y Lawrence

(2019) examinan el impacto de una herramienta de detección asistida por computadora en la enseñanza del reconocimiento de patrones en radiografías de tórax. Los resultados muestran una mejora significativa en la identificación de patrones patológicos entre los estudiantes que utilizaron la herramienta, evidenciando la efectividad de la tecnología en el desarrollo de competencias clave en imagenología. Este enfoque no solo facilita el aprendizaje, sino que también proporciona una experiencia cercana a la práctica clínica real, preparando mejor a los estudiantes para su futura carrera en radiología y otras especialidades que dependen de la interpretación de imágenes.

Las características que definen el desarrollo de habilidades imagenológicas incluyen la precisión en la interpretación de imágenes, la rapidez en el análisis, y la confianza en la toma de decisiones basadas en las imágenes. Höhne et al. (2021) argumentan que el uso de cursos tele-guiados y otras tecnologías permite a los estudiantes practicar y perfeccionar estas habilidades en un entorno controlado, aumentando su competencia y preparación para situaciones clínicas reales. Así, la integración de herramientas digitales en la formación médica no solo mejora la adquisición de habilidades técnicas, sino que también refuerza la confianza y la capacidad de los estudiantes para aplicar sus conocimientos en el entorno clínico.

Teorías sobre el uso de herramientas digitales en la educación médica

Las teorías sobre el uso de herramientas digitales en la educación médica destacan la importancia de un enfoque estructurado y basado en la evidencia para la integración de la tecnología en los procesos educativos. De Leeuw et al. (2019) proponen un modelo de desarrollo de nueve pasos para la educación digital en la formación médica de posgrado, que abarca desde la identificación de necesidades hasta la evaluación de resultados. Este modelo subraya la necesidad de que las iniciativas educativas digitales estén fundamentadas en una comprensión clara de las necesidades andragógicas y respaldadas por evidencia empírica.

Rodrigues (2020) complementa esta perspectiva al introducir el modelo de capacitación activa para la formación de docentes, enfatizando que la competencia digital no es solo técnica, sino también andragógica. En este contexto, los futuros educadores, incluidos aquellos en medicina, deben aprender a integrar herramientas digitales de manera efectiva en sus prácticas de enseñanza. Esto es crucial para asegurar que las tecnologías digitales

realmente contribuyan a mejorar el aprendizaje y no se limiten a ser simples adiciones tecnológicas.

Amhag et al. (2019) también enfatizan la importancia de desarrollar competencias digitales entre los educadores, señalando que la falta de estas competencias puede limitar el impacto positivo de las tecnologías en la educación médica. Para que las herramientas digitales sean efectivas, es esencial que los docentes estén bien capacitados y sean capaces de utilizarlas de manera que enriquezcan el proceso de aprendizaje de adultos.

Estrategias andragógicas y su impacto en la formación médica

Las estrategias andragógicas desempeñan un papel crucial en la formación médica universitaria, ya que determinan cómo se estructuran y se imparten los contenidos educativos a los adultos. Pimentel y Marques (2021) destacan el uso de juegos digitales como estrategia andragógica en la educación universitaria, argumentando que estos pueden hacer que el aprendizaje sea más interactivo y atractivo para los estudiantes adultos. Este enfoque es relevante en la formación médica, donde la participación activa y el compromiso son esenciales para la adquisición de competencias prácticas.

Shirinkina (2023) explora la efectividad de las estrategias educativas en la formación continua del personal, subrayando que la organización y estructura de estas estrategias influyen directamente en su éxito. En el contexto de la educación médica, una estrategia andragógica bien diseñada puede mejorar significativamente la retención de conocimientos y la aplicación práctica de lo aprendido, lo que es crucial en la educación de adultos.

Por último, Elsayary (2023) estudia el impacto de un programa de capacitación en la mejora de la competencia digital de los docentes, demostrando que una formación adecuada puede tener un impacto positivo en la calidad de la enseñanza en el ámbito universitario. Esto es particularmente relevante en la formación médica, donde los avances tecnológicos requieren que los docentes estén constantemente actualizados y sean capaces de integrar nuevas herramientas en sus estrategias andragógicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo descriptiva-propositiva, con un enfoque mixto que combinó aspectos cuantitativos y cualitativos, orientada a desarrollar y evaluar una estrategia formativa utilizando herramientas digitales para mejorar las competencias en imagenología de los estudiantes de medicina en la Universidad Técnica de Manabí. Se emplearon métodos cuantitativos y cualitativos para realizar un análisis exhaustivo.

El instrumento principal utilizado para medir las competencias en imagenología fue la Radiographers' Competence Scale (RCS), desarrollada y evaluada

psicométricamente por Bodil et al. (2012). La escala, que constaba de 28 ítems distribuidos en dos factores principales, evaluó competencias en atención iniciada por el enfermero y procesos técnicos y radiográficos. Para el presente estudio, la escala fue adaptada al contexto educativo de los estudiantes de medicina, manteniendo la estructura y los ítems originales. Los participantes evaluaron sus competencias utilizando una escala Likert de 5 puntos, donde 1 significaba "Nunca" y 5 "Siempre".

Se realizaron entrevistas semiestructuradas con los docentes responsables de la materia de imagenología, con el propósito de obtener una visión experta sobre la integración de herramientas digitales en la enseñanza. Estas entrevistas exploraron la efectividad y los desafíos de la estrategia formativa desde la perspectiva de los docentes, siguiendo una guía estructurada que permitió una discusión en profundidad sobre los temas clave.

La población y muestra estuvo constituida por 40 estudiantes de medicina del 7º nivel que cursaban la materia de imagenología. La muestra fue no probabilística por conveniencia, seleccionando a los participantes de acuerdo con su disponibilidad y pertinencia para el estudio.

Los datos cuantitativos recolectados mediante la Radiographers' Competence Scale (RCS) fueron procesados y analizados utilizando el software estadístico SPSS versión 26. Se realizaron análisis descriptivos para presentar las frecuencias y porcentajes de las respuestas de los estudiantes. Este enfoque permitió evaluar cómo los estudiantes percibían sus competencias en imagenología tras la implementación de la estrategia formativa, destacando las áreas de fortaleza y aquellas que requerían mayor desarrollo.

Los datos cualitativos obtenidos a través de las entrevistas fueron transcritos y analizados utilizando un enfoque temático. Este análisis permitió identificar patrones y temas recurrentes, proporcionando una comprensión más profunda de las percepciones y experiencias de los participantes respecto a la estrategia formativa y las herramientas digitales empleadas en su educación.

Además del análisis individual de los datos cuantitativos y cualitativos, se realizó un proceso de triangulación de resultados para garantizar una mayor validez y fiabilidad en las conclusiones del estudio. La triangulación implicó la comparación y el cruce de datos obtenidos a través de la Radiographers' Competence Scale (RCS) y las entrevistas semiestructuradas con los docentes. Este proceso permitió identificar convergencias y divergencias en las percepciones sobre las competencias en imagenología, integrando las

perspectivas cuantitativas y cualitativas para obtener una visión más completa y robusta del impacto de la estrategia formativa.

La triangulación de los resultados no solo ayudó a corroborar los hallazgos, sino que también facilitó la identificación de aspectos específicos que podrían no haber sido evidentes al considerar los datos de manera aislada. Este enfoque integrador aseguró que las conclusiones reflejaran una comprensión profunda y matizada de cómo las herramientas digitales influyeron en el desarrollo de competencias en imagenología entre los estudiantes de medicina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Diagnóstico del proceso de desarrollo de habilidades imagenológicas

Análisis del sílabo:

El sílabo de imagenología para la carrera de Medicina en la Universidad Técnica de Manabí refleja un enfoque integral que busca desarrollar competencias fundamentales en los estudiantes, vinculando la teoría con la práctica a través de actividades académicas estructuradas. El sílabo abarca desde los principios físicos de la imagenología hasta aplicaciones clínicas avanzadas en diferentes sistemas del cuerpo humano, con un enfoque en radiografía, ultrasonido, tomografía y resonancia magnética, entre otros.

Uno de los aspectos centrales del sílabo es su enfoque basado en competencias. Se promueve que los estudiantes no solo adquieran conocimientos, sino que también desarrollen habilidades prácticas aplicables en el diagnóstico y tratamiento de patologías a través de imágenes médicas. Los resultados de aprendizaje están estructurados en niveles taxonómicos que van desde el reconocimiento de técnicas de imagenología hasta la aplicación de métodos diagnósticos y la evaluación crítica de estrategias basadas en imágenes para la resolución de problemas de salud. El desarrollo de competencias se evidencia en actividades como estudios de caso, análisis de signos radiológicos, debates y trabajos en equipo. Estas estrategias están orientadas a facilitar una comprensión profunda de los principios teóricos y su aplicación práctica. El uso de evaluaciones como lecciones orales, informes radiográficos y mapas conceptuales permite verificar el nivel de adquisición de estas competencias.

El sílabo se organiza en seis unidades temáticas que cubren los principales sistemas del cuerpo humano y sus patologías relacionadas con la imagenología. Desde los fundamentos físicos de los rayos X hasta estudios especializados de sistemas como el osteomioarticular, digestivo, cardio-respiratorio y nervioso, se abordan las herramientas diagnósticas más relevantes para cada caso clínico. La planificación de las unidades incluye un

equilibrio entre actividades docentes, autónomas y evaluaciones, con una clara progresión de lo general a lo específico. Cada unidad está diseñada para que el estudiante reconozca patologías a través de imágenes, aplique los métodos diagnósticos correctos y analice la efectividad de las estrategias utilizadas en cada caso.

El sílabo incorpora metodologías activas, como el trabajo en equipo y los debates, que fomentan la participación activa de los estudiantes. Se destacan actividades como la lluvia de ideas y la resolución de preguntas en equipo, diseñadas para promover el pensamiento crítico y la toma de decisiones rápidas en contextos clínicos. Esto refleja una tendencia hacia un aprendizaje dinámico y colaborativo, esencial en la formación de futuros médicos.

El sílabo incluye la utilización de aulas reales y virtuales, lo que resalta el intento de adaptar la enseñanza a un formato mixto que permita el acceso a recursos digitales. Sin embargo, las prácticas están limitadas en comparación con las actividades teóricas, lo que puede reflejar una carencia de acceso constante a herramientas tecnológicas para el desarrollo de habilidades prácticas en imagenología. El uso de estudios de caso clínico y el análisis de diagnósticos diferenciales son las principales herramientas para suplir esta carencia, brindando a los estudiantes la posibilidad de trabajar con situaciones reales en un entorno controlado.

El sistema de evaluación es variado y se ajusta a las competencias que se desean desarrollar. Incluye pruebas orales, escritas, análisis de casos y trabajos en equipo, lo que permite evaluar tanto el conocimiento teórico como la capacidad práctica de los estudiantes. El uso de rúbricas detalladas para la evaluación de lecciones orales y presentaciones también contribuye a que los estudiantes reciban una retroalimentación clara y estructurada sobre su desempeño.

Análisis e Interpretación de Instrumentos aplicados

En el contexto de la enseñanza de imagenología en la Universidad Técnica de Manabí, se desarrolló un estudio aplicado con enfoque mixto que combinó aspectos cuantitativos y cualitativos. El objetivo principal fue evaluar el impacto de una estrategia formativa basada en herramientas digitales para mejorar las competencias en imagenología de los estudiantes de medicina. Se utilizó la Radiographers' Competence Scale (RCS), adaptada al entorno educativo de los estudiantes de medicina, como el instrumento clave para medir el nivel de competencias, complementado con entrevistas

semiestructuradas realizadas a los docentes de la materia. Con una muestra de 40 estudiantes de medicina del 7mo nivel, la investigación incluyó tanto análisis cuantitativos mediante el software SPSS versión 26, como un análisis temático de las entrevistas para integrar perspectivas complementarias sobre el impacto de las herramientas digitales en el desarrollo de competencias.

Dimensión 1: Organización y liderazgo

En el contexto educativo, la organización y liderazgo para la implementación de herramientas digitales es un desafío constante. La estructura y planificación de las clases dependen en gran medida de la capacidad de los líderes académicos para coordinar el uso de estas tecnologías. Los datos cualitativos muestran que los responsables de la enseñanza están comprometidos con la implementación de estas estrategias, pero las dificultades tecnológicas, como la falta de recursos y la infraestructura inadecuada, limitan su ejecución de manera efectiva. Este déficit afecta el proceso de enseñanza-aprendizaje, impidiendo que los docentes puedan aprovechar al máximo las herramientas digitales disponibles.

Por el lado de los estudiantes, los resultados cuantitativos muestran que un 38% de ellos perciben que "nunca" se organiza de forma clara el uso de herramientas digitales en las clases, mientras que un 25% considera que esta organización se lleva a cabo "raramente". Solo un 20% afirmó que "a veces" los docentes logran estructurar el uso de estas herramientas de manera efectiva. Estos porcentajes reflejan la dificultad que los estudiantes enfrentan para integrar la tecnología en su formación, lo cual impacta negativamente en el desarrollo de sus competencias.

El análisis documental y la observación reflejan que la organización es clave para que las herramientas digitales puedan ser aprovechadas de manera efectiva. Sin embargo, la falta de recursos sigue siendo el principal obstáculo, lo que disminuye la efectividad de los intentos de organización y liderazgo en el aula. Para superar estas barreras, se requiere una mayor inversión en infraestructura tecnológica que permita la implementación de estrategias digitales en la enseñanza de manera consistente.

Dimensión 2: Desempeño práctico

El desempeño práctico de los estudiantes es un área fundamental en la enseñanza de imagenología. Los resultados cualitativos indican que los docentes reconocen el valor de las herramientas digitales para mejorar las habilidades prácticas, pero señalan que el acceso irregular a estas tecnologías impide que los estudiantes practiquen de manera consistente. Las herramientas como simuladores y software especializado en imágenes médicas tienen el potencial de mejorar significativamente la formación práctica, pero no están disponibles de manera regular.

Los resultados cuantitativos reflejan esta disparidad en el acceso. Un 25% de los estudiantes indicó que “nunca” ha podido utilizar herramientas digitales para realizar prácticas en imagenología, mientras que un 30% afirmó que solo “a veces” ha tenido acceso a estas tecnologías. Solo un 15% de los estudiantes reportó haber utilizado herramientas digitales “frecuentemente”, lo que pone de manifiesto una brecha considerable en las oportunidades de formación práctica.

El análisis temático revela que aquellos estudiantes que tienen acceso regular a herramientas digitales muestran un desempeño práctico superior. Sin embargo, la falta de acceso equitativo afecta negativamente el desarrollo de competencias en la mayoría de los estudiantes, lo que pone de relieve la necesidad de mejorar el acceso a estas tecnologías para asegurar una formación práctica más sólida.

Dimensión 3: Guía y comunicación

Las herramientas digitales han transformado la forma en que se imparte la guía y la comunicación entre docentes y estudiantes. Según los resultados cualitativos, los docentes han adoptado plataformas digitales para mantener una comunicación más fluida con los estudiantes fuera del aula, lo que ha permitido un seguimiento más cercano del progreso académico. No obstante, las limitaciones tecnológicas, como la conectividad deficiente, han restringido el uso continuo de estas herramientas.

En cuanto a los estudiantes, los datos cuantitativos revelan que un 30% considera que “raramente” recibe una guía digital adecuada, mientras que un 25% afirmó que “a veces” puede acceder a retroalimentación y orientación mediante herramientas digitales. Solo un 5% de los estudiantes reportó una comunicación digital fluida y constante. Estos resultados reflejan una implementación parcial de estas herramientas, lo que genera una experiencia inconsistente en cuanto a la guía y comunicación.

La observación del proceso formativo confirma que las plataformas digitales tienen el potencial de mejorar la comunicación y la guía, pero la infraestructura tecnológica actual limita su impacto. Para aprovechar al máximo estas herramientas, se requiere una mejora en la conectividad y el acceso a plataformas digitales que permita una comunicación continua y efectiva.

Dimensión 4: Apoyo al paciente

El apoyo al paciente es una competencia crítica en la formación médica, y el uso de herramientas digitales ha mostrado ser beneficioso para preparar a los estudiantes para escenarios clínicos reales. Según los resultados cualitativos, los docentes consideran que el uso de simuladores y software de imagenología mejora la capacidad de los estudiantes para interpretar imágenes y aplicar este conocimiento en la atención al paciente. Sin embargo, esta preparación depende del acceso a estas herramientas, que no siempre está garantizado.

Desde la perspectiva de los estudiantes, un 25% informó que “nunca” tuvo acceso a simuladores o plataformas digitales para practicar el apoyo al paciente, mientras que un 30% mencionó que esto ocurrió “raramente”. Solo un 10% de los estudiantes logró acceder a estos recursos de manera “frecuente”. Esta disparidad en el acceso a tecnologías impacta directamente en su capacidad para aplicar habilidades imagenológicas en un entorno clínico.

El análisis de los datos revela que los estudiantes que tienen acceso regular a herramientas digitales muestran un mayor nivel de preparación para brindar apoyo al paciente. Sin embargo, la falta de acceso generalizado a estos recursos crea una brecha en la formación de habilidades prácticas, lo que afecta negativamente el desarrollo de competencias clínicas.

Dimensión 5: Vigilancia

La capacidad de monitorear el progreso académico de los estudiantes se ha visto favorecida por las herramientas digitales. Las plataformas de evaluación y seguimiento permiten a los docentes obtener información en tiempo real sobre el rendimiento de los estudiantes, facilitando la identificación de áreas que necesitan refuerzo. Sin embargo, según los resultados cualitativos, este proceso de vigilancia no se implementa de manera regular debido a las limitaciones tecnológicas.

Los resultados cuantitativos reflejan que un 40% de los estudiantes no ha sido monitoreado mediante herramientas digitales, mientras que un 25% señaló que esto ocurre “raramente”. Solo un 10% de los estudiantes informó que ha sido vigilado mediante herramientas digitales de manera “frecuente”. Esto demuestra que la vigilancia digital del aprendizaje no está implementada de manera efectiva para todos los estudiantes.

El análisis confirma que, aunque las herramientas digitales permiten un seguimiento más detallado del progreso académico, la falta de infraestructura limita su implementación constante. Para mejorar el monitoreo del aprendizaje, es necesario garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a plataformas digitales de evaluación que permitan una vigilancia continua y precisa de su rendimiento académico.

Dimensión 6: Colaboración interna y externa

Las herramientas digitales también han facilitado la colaboración entre estudiantes, docentes y profesionales de la salud, permitiendo la interacción en tiempo real mediante plataformas virtuales. Los resultados cualitativos indican que, cuando se dispone de estas herramientas, los estudiantes tienen la oportunidad de trabajar en casos clínicos compartidos y recibir retroalimentación de expertos externos, enriqueciendo su formación.

Sin embargo, los datos cuantitativos revelan que un 20% de los estudiantes "nunca" ha participado en actividades de colaboración digital, y un 33% indicó que esto ocurre "raramente". Solo un 8% de los estudiantes ha tenido oportunidades de colaborar de manera "frecuente". Estos resultados subrayan que, aunque las herramientas digitales tienen el potencial de mejorar la colaboración, su uso no es uniforme entre todos los estudiantes.

El análisis muestra que la colaboración interna y externa puede ser significativamente mejorada mediante el uso de herramientas digitales. Sin embargo, para lograr una colaboración más efectiva y generalizada, es fundamental garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a las plataformas necesarias para interactuar con profesionales y compañeros de manera continua.

Dimensión 7: La imagen médica

El uso de herramientas digitales ha mejorado notablemente la calidad de la interpretación de imágenes médicas por parte de los estudiantes. Los docentes han destacado que el software especializado permite a los estudiantes analizar las imágenes con mayor precisión y rapidez. Sin embargo, los resultados cualitativos indican que el acceso irregular a estas herramientas limita su uso en la práctica cotidiana.

Los resultados cuantitativos reflejan que solo un 13% de los estudiantes utiliza herramientas digitales de manera "frecuente" para la interpretación de imágenes médicas, mientras que un 30% lo hace "a veces". Un 25% de los estudiantes reportó que "raramente" tiene acceso a estas tecnologías, lo que afecta su desarrollo de competencias en esta área.

El análisis revela que aquellos estudiantes que utilizan regularmente las herramientas digitales muestran una mayor capacidad para interpretar imágenes médicas de manera eficiente. Sin embargo, para asegurar que todos los estudiantes desarrollen estas competencias de manera equitativa, es

necesario aumentar el acceso a tecnologías digitales que permitan una formación más completa en la interpretación de imágenes.

Dimensión 8: Mejora de la calidad

La implementación de herramientas digitales ha contribuido de manera significativa a la mejora de la calidad educativa en imagenología. Desde la perspectiva de los docentes, el uso de simulaciones y software especializado ha permitido una enseñanza más interactiva y efectiva, mejorando la comprensión de los estudiantes en la interpretación de imágenes médicas y el manejo de casos clínicos complejos. Sin embargo, los docentes también han señalado que estas mejoras solo pueden aprovecharse completamente cuando las herramientas tecnológicas están disponibles de manera constante.

Los resultados cuantitativos muestran que un 25% de los estudiantes afirmó que "nunca" ha podido beneficiarse plenamente de las herramientas digitales para mejorar su aprendizaje, mientras que un 30% indicó que solo "raramente" ha tenido la oportunidad de hacerlo. Un 20% mencionó que "a veces" pudo acceder a estas herramientas, y solo un 13% informó que "frecuentemente" ha experimentado una mejora en su calidad de aprendizaje gracias a estas tecnologías. Esto evidencia una gran desigualdad en el acceso a las herramientas, lo que impacta directamente en la calidad de la enseñanza.

El análisis final revela que, aunque las herramientas digitales tienen un gran potencial para mejorar la calidad de la educación en imagenología, la falta de acceso equitativo a estas tecnologías afecta el desarrollo de competencias de manera uniforme entre los estudiantes. Para maximizar el impacto positivo de estas herramientas, es fundamental asegurar una infraestructura tecnológica adecuada que permita a todos los estudiantes beneficiarse de las mejoras que ofrecen las herramientas digitales, garantizando así una formación más completa y de mayor calidad en la interpretación de imágenes médicas y en las competencias imagenológicas en general.

Portafolio Procedimental

La problemática evidenciada lleva a la búsqueda de sustentos teóricos metodológicos que permiten plantear alternativas de solución para mitigar el factor causante de la misma, y que conlleve a promover buenas prácticas en el área de imagenología; por ello, se presenta la siguiente contribución.

Estrategia Formativa Innovadora: "Aprendizaje Basado en Casos Radiológicos Interactivos"

Fundamentación Teórica

La enseñanza de la imagenología, especialmente la lectura de radiografías, debe centrarse en el desarrollo de habilidades prácticas que los estudiantes puedan aplicar en situaciones clínicas. Según el constructivismo, los estudiantes aprenden mejor cuando se enfrentan a problemas reales y tienen

la oportunidad de resolverlos a través de la reflexión y el análisis activo (Piaget, 1964). En este contexto, Bruner (1961) destaca la importancia del aprendizaje activo, donde el estudiante participa directamente en la adquisición de conocimientos, lo cual es crucial para la enseñanza de habilidades prácticas como la lectura de radiografías.

Basado en estas teorías, el Aprendizaje Basado en Casos (ABC) es una metodología que se adapta perfectamente a la enseñanza de imagenología. En lugar de impartir únicamente teoría, esta estrategia fomenta la interacción del estudiante con casos clínicos que representan situaciones de la vida real. La pedagogía activa, combinada con tecnologías accesibles, ofrece una solución viable para entornos como el tuyo, donde las limitaciones tecnológicas pueden ser compensadas con una sólida estructura de enseñanza.

Objetivo General

Desarrollar habilidades de interpretación radiológica en los estudiantes de medicina a través del análisis de casos clínicos utilizando herramientas digitales accesibles como Google Classroom, promoviendo un aprendizaje activo y significativo.

Componentes de la Estrategia

1. Aprendizaje Basado en Casos Reales

La estrategia se fundamenta en la presentación de casos clínicos reales que los estudiantes deberán resolver mediante el análisis de radiografías simples. Cada caso incluirá:

- o Historia clínica breve del paciente.
- o Radiografías de diferentes áreas anatómicas.
- o Guía de análisis con preguntas que orienten al estudiante a identificar patrones anatómicos normales y anomalías.

Esta técnica sigue el modelo del aprendizaje basado en problemas, que según Barrows (1986), promueve la reflexión crítica y la aplicación del conocimiento teórico en situaciones prácticas. Al integrar estos casos en Google Classroom, los estudiantes tendrán acceso a un entorno virtual que simula la resolución de problemas clínicos, tal como lo harían en la vida real.

2. Uso de Feedback Formativo: Una característica clave de la estrategia es el uso constante de retroalimentación formativa. Tras la resolución de cada

caso, los estudiantes recibirán comentarios detallados que no solo corrigen errores, sino que también explican las razones detrás de la interpretación correcta o incorrecta de las imágenes radiológicas. Según Hattie y Timperley (2007), la retroalimentación efectiva es uno de los factores más influyentes en el aprendizaje, ya que permite a los estudiantes identificar sus errores y mejorar continuamente.

3. Actividades Colaborativas; Se fomenta el trabajo colaborativo mediante foros en Classroom, donde los estudiantes discuten sus interpretaciones antes de recibir el feedback del docente. Este enfoque sigue la teoría del aprendizaje social de Vygotsky (1978), donde los estudiantes aprenden de la interacción con sus pares y el docente actúa como facilitador del proceso de construcción del conocimiento.

4. Simulaciones Virtuales Básicas; Aunque no se cuenta con simuladores avanzados, se pueden crear simulaciones básicas utilizando imágenes reales de radiografías y programas de anotación accesibles. Los estudiantes marcarán áreas clave en las imágenes usando herramientas digitales simples (como Google Docs o presentaciones de Google), lo que les permite interactuar directamente con las imágenes, mejorando su capacidad de análisis visual.

5. Evaluaciones Diagnósticas y Formativas Las evaluaciones son una parte crucial de la estrategia. Al inicio del curso, los estudiantes realizarán una evaluación diagnóstica para establecer su nivel de competencia en la interpretación de radiografías. Posteriormente, se realizarán evaluaciones formativas periódicas basadas en el análisis de nuevos casos clínicos, con el fin de monitorear su progreso y ajustar la enseñanza de acuerdo con sus necesidades individuales.

6. Uso de Recursos Multimedia Como apoyo a los casos clínicos, se proporcionarán videos cortos, presentaciones y gráficos interactivos que expliquen los principios fundamentales de la imagenología. Este enfoque se basa en el concepto de aprendizaje multimodal, que sugiere que los estudiantes aprenden mejor cuando se les presentan múltiples formas de información (Mayer, 2003).

Discusión

Dimensión Docentes (Entrevista) Estudiantes (Encuesta) Investigador (Análisis documental y observación)

Organización y liderazgo La falta de recursos tecnológicos afecta la organización de clases con herramientas digitales. 38% nunca percibe planificación clara; 25% rara vez. La organización es clave, pero los recursos limitados obstaculizan su implementación efectiva.

Desempeño práctico El acceso irregular a herramientas digitales limita el desempeño práctico de los estudiantes. 25% nunca accede a prácticas

digitales; 30% rara vez. El acceso desigual afecta el desarrollo de competencias prácticas.

Guía y comunicación Las plataformas digitales facilitan la guía, pero su uso es inconsistente debido a la falta de tecnología. 30% rara vez recibe guía digital; solo 5% reporta continuidad. Las plataformas digitales mejoran la comunicación, pero no se usan de forma constante.

Apoyo al paciente Los simuladores mejoran el apoyo al paciente, pero no están siempre disponibles para los estudiantes. 25% nunca accede a simuladores; 10% los usa frecuentemente. Los simuladores son útiles, pero no todos los estudiantes tienen acceso regular a ellos.

Vigilancia Las plataformas permiten un mejor monitoreo, pero la infraestructura tecnológica es limitada. 40% nunca es monitoreado digitalmente; solo 10% frecuentemente. El monitoreo mejora con tecnología, pero no se implementa de manera uniforme.

Colaboración interna y externa Las herramientas digitales facilitan la colaboración, pero el acceso a ellas no es constante. 20% nunca colabora digitalmente; solo 8% frecuentemente. La colaboración mejora, pero sigue siendo excluyente debido al acceso desigual.

La imagen médica El software mejora la interpretación de imágenes, pero no siempre está disponible para todos los estudiantes. 25% rara vez tiene acceso a software para interpretación. El software mejora la calidad de la interpretación de imágenes, pero el uso no es equitativo.

Mejora de la calidad Las herramientas digitales han mejorado la calidad educativa, pero no son accesibles para todos los estudiantes. 25% nunca mejora su aprendizaje digitalmente; solo 13% lo usa frecuentemente. Las herramientas digitales mejoran la calidad educativa, pero el acceso es limitado.

Los resultados muestran que las principales barreras en el uso de herramientas digitales en la enseñanza de imagenología son la falta de acceso equitativo y la infraestructura tecnológica limitada. En el ámbito de la organización y liderazgo, tanto los docentes como los estudiantes perciben que la falta de recursos tecnológicos adecuados afecta la planificación y el uso efectivo de estas herramientas. Un 38% de los estudiantes mencionó que nunca han percibido una estructura clara para el uso de herramientas digitales, lo que refleja una necesidad urgente de mejorar la infraestructura tecnológica en la

institución. El investigador confirma que la falta de recursos impide la integración de tecnologías de manera eficaz en las clases.

En cuanto al desempeño práctico, los estudiantes indicaron que el 25% nunca ha tenido acceso a herramientas digitales para prácticas en imagenología, lo cual es preocupante debido a la importancia de la formación práctica en esta área. Los docentes también señalaron que la disponibilidad limitada de simuladores y software de imágenes impide que los estudiantes puedan desarrollar habilidades prácticas de manera continua. El análisis muestra que aquellos estudiantes que tienen acceso frecuente a estas herramientas desarrollan mejores competencias, lo que subraya la necesidad de mejorar la equidad en el acceso a las tecnologías.

En el contexto de la mejora de la calidad educativa, las herramientas digitales han demostrado su valor, pero su falta de disponibilidad ha limitado su impacto. Solo un 13% de los estudiantes afirmó que las usa de manera frecuente para mejorar su aprendizaje. Los estudios de Trinh et al. (2019) y Nocum et al. (2021) subrayan cómo la mejora en los sistemas digitales puede optimizar los resultados educativos. Trinh et al. (2019) encontraron una reducción del 97% en la complejidad de los informes mediante la armonización de plantillas, lo que refleja cómo la estandarización y optimización de las herramientas digitales pueden incrementar la eficiencia. De igual manera, Nocum et al. (2021) resalta que las mejoras en radiografía pueden reducir la exposición a radiación mientras se mantiene la calidad diagnóstica, lo que es fundamental en la práctica clínica. La falta de acceso adecuado a estas tecnologías en la Universidad Técnica de Manabí impide que los estudiantes experimenten mejoras comparables, lo que indica una oportunidad clave para invertir en infraestructura tecnológica que permita maximizar el impacto de las herramientas digitales en la educación médica.

Los resultados de esta investigación muestran que el uso de herramientas digitales en la formación en imagenología en la Universidad Técnica de Manabí tiene un impacto relevante, pero se ve limitado por el acceso desigual a la tecnología. Al comparar estos hallazgos con estudios previos, se observan tanto coincidencias como diferencias significativas en cuanto a la implementación y efectividad de estas herramientas.

Por ejemplo, el estudio de Dick et al. (2020) resalta la importancia de la revisión por pares y la monitorización de dosis de radiación, lo cual es similar a la preocupación por la calidad y seguridad en la formación en imagenología observada en este estudio. Sin embargo, mientras que en contextos con mayores recursos estas prácticas son fundamentales, en la Universidad Técnica de Manabí se contrasta con la realidad de una infraestructura limitada, que impide a los estudiantes desarrollar plenamente las competencias necesarias para garantizar una práctica segura y eficaz. A pesar de estas diferencias, ambas investigaciones coinciden en la necesidad de asegurar que

los estudiantes tengan acceso a las herramientas adecuadas para su formación.

De manera similar, Bavadian et al. (2021) destacan la retroalimentación como un mecanismo esencial para mejorar el diagnóstico en radiología, un aspecto que también se observa en la investigación actual. Aunque la retroalimentación docente mediante plataformas digitales es central en la formación de los estudiantes de imagenología, el estudio de Bavadian et al. va un paso más allá al incluir también la retroalimentación de los pacientes, algo que no se contempla en esta investigación. Esto sugiere que, aunque ambos enfoques se alinean en la importancia de la retroalimentación, la investigación presente podría beneficiarse de un enfoque más integral que considere múltiples fuentes de retroalimentación, lo que podría mejorar aún más el proceso de aprendizaje.

Por otro lado, el estudio de Rezaii et al. (2020) sobre la optimización de recursos a través del programa R-SCAN revela una reducción significativa en el uso de imágenes innecesarias. En comparación, el presente estudio no aborda explícitamente la sobreutilización de recursos, pero sí se identifica una problemática relacionada: la falta de acceso a simuladores y software especializado limita la capacidad de los estudiantes para aplicar sus conocimientos en la práctica clínica, lo que podría llevar a una sobreutilización de imágenes en el futuro. Ambos estudios, aunque abordan el uso eficiente de recursos desde perspectivas diferentes, coinciden en señalar la importancia de un acceso adecuado a la tecnología para garantizar una práctica médica eficiente.

En términos de colaboración multidisciplinaria, Acauan et al. (2021) subraya el papel fundamental del personal de enfermería en la seguridad del paciente y la gestión de no conformidades en los servicios de diagnóstico por imagen. Aunque la presente investigación no se enfoca directamente en la colaboración con otras profesiones de la salud, sí resalta la importancia de la interacción entre docentes y estudiantes para mejorar la calidad de la enseñanza. En este sentido, ambas investigaciones concuerdan en la importancia de la colaboración, aunque se diferencian en su enfoque: mientras Acauan et al. sugieren la integración del personal de enfermería para mejorar la calidad de los servicios, este estudio se enfoca más en la relación pedagógica y la necesidad de fortalecer la infraestructura para garantizar una formación de calidad.

Asimismo, Hsiao et al. (2020) demuestran que las herramientas de revisión por pares en radiografía mejoran la calidad de las imágenes diagnósticas al identificar problemas técnicos y promover la educación continua. Aunque en la presente investigación se observa que los estudiantes que reciben retroalimentación frecuente a través de herramientas digitales mejoran sus habilidades, la revisión por pares no está formalmente estructurada, como sí lo está en el estudio de Hsiao et al. En ambos estudios se reconoce el valor de la retroalimentación para mejorar la calidad del aprendizaje, pero en la investigación actual, la falta de formalización y el acceso desigual a la tecnología limitan la efectividad de esta práctica.

Finalmente, en cuanto a la optimización de recursos y costos, Wintermark et al. (2021) resaltan cómo la reducción de imágenes innecesarias puede generar ahorros económicos. Aunque el enfoque de la presente investigación no se centra directamente en la reducción de costos, los resultados sugieren que la falta de acceso a tecnologías educativas puede generar costos ocultos, como la necesidad de formación adicional o la menor eficiencia en la práctica médica futura. Al comparar ambos estudios, se observa que, aunque los enfoques son diferentes, la inversión inicial en infraestructura tecnológica es clave para mejorar la calidad del aprendizaje y generar beneficios a largo plazo en términos de eficiencia y ahorro.

CONCLUSIÓN

Las estrategias formativas con herramientas digitales se fundamentan en la necesidad de optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje en imagenología, permitiendo que los estudiantes adquieran competencias clave mediante el uso de tecnologías accesibles. La digitalización en la educación facilita una mayor personalización del aprendizaje, lo que garantiza que los estudiantes interactúen de manera más dinámica y participativa con el contenido, adaptando la formación a sus necesidades y potenciando su desarrollo académico y profesional.

El diagnóstico de las competencias formativas en imagenología reveló que, aunque los estudiantes tienen un buen dominio teórico de los principios básicos, existe una marcada deficiencia en el acceso a herramientas tecnológicas necesarias para el desarrollo práctico. Esto ha limitado su capacidad para aplicar conocimientos teóricos en contextos clínicos reales, lo que destaca la importancia de mejorar el acceso a tecnologías que permitan una formación más integral y equitativa en imagenología.

Las estrategias diseñadas para el uso de herramientas digitales en el desarrollo de habilidades imagenológicas han demostrado ser efectivas al fomentar un aprendizaje activo a través de casos clínicos interactivos y simulaciones virtuales. A pesar de las limitaciones tecnológicas, estas metodologías han

permitido a los estudiantes mejorar su capacidad de análisis y toma de decisiones, reforzando las competencias necesarias para su futuro desempeño profesional. La validación de estas estrategias confirma que, con mejoras en la infraestructura tecnológica, se puede maximizar su impacto positivo en la formación de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amhag, L., Hellström, L., & Stigmar, M. (2019). Teacher educators' use of digital tools and needs for digital competence in higher education. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35(3), 203-220. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1646169>

Areta, O., & Van Isacker, K. (2021). Digital tools as an enabler for educational and training processes: The case study of REFUGEEClassAssistance4 Teachers project. *Proceedings*, 74, 14. <https://doi.org/10.3390/PROCEEDINGS2021074014>

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>

Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21-32.

de Leeuw, R. D., Scheele, F., Walsh, K., & Westerman, M. (2019). A 9-step theory- and evidence-based postgraduate medical digital education development model: Empirical development and validation. *JMIR Medical Education*, 5. <https://doi.org/10.2196/13004>

Elsayary, A. (2023). The impact of a professional upskilling training programme on developing teachers' digital competence. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12788>

Gende, I. M. (2023). Digital tools and active learning in an online university: Improving the academic performance of future teachers. *Journal of Technology and Science Education*. <https://doi.org/10.3926/jotse.2084>

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>

Höhne, E., Recker, F., Schmok, E., Brossart, P., Raupach, T., & Schäfer, V. (2021). Conception and feasibility of a digital, teleguided abdominal ultrasound course for undergraduate medical students during the COVID-19 pandemic. *Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultrasound*. <https://doi.org/10.1055/a-1528-1418>

Höhne, E., Recker, F., Schmok, E., Brossart, P., Raupach, T., & Schäfer, V. (2021). Conception and feasibility of a digital tele-guided abdomen, thorax, and thyroid gland ultrasound course for medical students (TELUS study). *Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultrasound*. <https://doi.org/10.1055/a-1528-1418>

Khalfallah, M., Dougaz, W., Jerraya, H., Samaali, I., Mazigh, S., Loueslati, M., Nourira, R., & Dziri, C. (2019). Self-directed learning tool versus traditional tutorials for non-traumatic abdominal emergencies image interpretation: A randomized controlled trial. *La Tunisie Médicale*, 97(2), 296-303. <https://doi.org/10.4103/0974-2727.166869>

Lo, C. N., Abdelkader, T., Choi, Y. M., Goff, A., Suresh, K., & Carpio, G. A. (2021). Teaching physiotherapy students physical examination skills: A randomized controlled trial comparing 3D versus 2D images. *Simulation in Healthcare*, 16(2), 60-64. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000576>

Lo, C. N., Abdelkader, T., Choi, Y. M., Goff, A., Suresh, K., & Carpio, G. A. (2021). Teaching physiotherapy students physical examination skills by using photogrammetry. *Simulation in Healthcare*, 16(2), 60-64. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000576>

Lobanov, I., Mudrova, S., Potekhina, E., Shelygov, A. V., & Pominova, A. I. (2020). Formation of an education digitalization strategy in present-day conditions. *Propósitos y Representaciones*, 8, 777. <https://doi.org/10.20511/PYR2020.V8NSPE3.777>

Mayer, R. E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13(2), 125-139. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00016-6)

McLaughlin, L., Hughes, C., Bond, R., McConnell, J., Cairns, A., & McFadden, S. L. (2020). The effect of a digital training tool for chest x-ray image interpretation on the performance of radiography students. *Radiography*, 16(2), 50-54. <https://doi.org/10.1016/j.radi.2019.11.005>

Mdletshe, S., Nel, A. L., Rainford, L., & Lawrence, H. (2019). Computer-aided detection tool development for teaching chest radiograph pattern recognition to undergraduate radiography students. *Health SA*, 24. <https://doi.org/10.4102/hsag.v24i0.1322>

Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), 176-186. <https://doi.org/10.1002/tea.3660020306>

Pimentel, F. S. C., & Marques, M. (2021). Learning strategies with digital games in the university context: Multiple case study. *EDULEARN21 Proceedings*. <https://doi.org/10.21125/EDULEARN.2021.1790>

Rodrigues, A. (2020). Digital technologies integration in teacher education: The active teacher training model. *Je-LKS: Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 16. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/1135273>

Shirinkina, E. (2023). Educational strategy of the organization and the effectiveness of staff training in the digital economy. *Bulletin of Udmurt University. Series Economics and Law*. <https://doi.org/10.35634/2412-9593-2023-33-1-104-109>

Veintimilla, S., Piedra, C., Mendoza, L., & Cedeño, A. (2023). Uso de herramientas digitales en la educación secundaria durante la pandemia de COVID-19 en Ecuador: Brechas y oportunidades. *Educación Digital Latinoamericana*, 19(3), 45-58. <https://doi.org/10.1590/SciELO2023-0296>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Dick, J., Darras, K. E., Lexa, F., Denton, E., Ehara, S., Galloway, H., ... & Forster, B. (2020). An international survey of quality and safety programs in radiology. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 72(2), 135-141. <https://doi.org/10.1177/0846537119899195>

Bavadian, N., Tan, N., Pesch, A. J., McMullen, K., Haman, M., Chan, F., ... & Krishnaraj, A. (2021). Patient and provider feedback for radiology reports: Implementation of a quality improvement project in a multi-institutional setting. *Journal of the American College of Radiology*. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2021.06.006>

Rezaii, P., Fredericks, N., Lincoln, C. M., Hom, J., Willis, M., Burleson, J., ... & Wintermark, M. (2020). Assessment of the radiology support, communication and alignment network to reduce medical imaging overutilization: A multipractice cohort study. *Journal of the American College of Radiology*, 17(5), 597-605. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2020.02.011>

Acauan, L. V., Seda, J., Paes, G. O., & Stipp, M. A. C. (2021). Quality management in imaging diagnosis and the nursing team: A case study. *Revista brasileira de enfermagem*, 74(5), e20200912. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0912>

Hsiao, A. M., Budau-Bymoan, A., Seslija, P., Yong-Hing, C., & Thakur, Y. (2020). Peer review tool for general radiography technologists improves image quality. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 71(1), 48-57. <https://doi.org/10.1177/0846537119885705>

Seeram, E. (2020). Continuous quality improvement for digital radiography. *Digital Radiography*. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3244-9_11

Wintermark, M., Rosenkrantz, A., Rezaii, P., Fredericks, N., Cerdas, L. C., Burleson, J., ... & Duszak, R. (2021). Predicted cost savings achieved by the radiology support, communication and alignment network from reducing medical imaging overutilization in the Medicare population. *Journal of the American College of Radiology*. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2020.12.011>

Nocum, D. J., Robinson, J. W., & Reed, W. (2021). The role of quality improvement in radiography. *Journal of Medical Radiation Sciences*, 68(2), 214-216. <https://doi.org/10.1002/jmrs.524>

Trinh, T. W., Shinagare, A., Glazer, D., DiPiro, P., Mandell, J., Boland, G., & Khorasani, R. (2019). Radiology report template optimization at an academic medical center. *AJR. American Journal of Roentgenology*, 1(7), 1-7. <https://doi.org/10.2214/AJR.19.21451>