

**Aprendizaje de uso correcto y funcionamiento de equipos biomédicos en la educación
médica, una investigación acción**

Autor:

Victor Ricardo Guerrero Valencia

Director del proyecto

John Alexander Vergel

Título por el que se opta:

Magíster en Educación para Profesionales de la Salud

Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud – Facultad de Medicina

Universidad del Rosario - Pontificia Universidad Javeriana

Bogotá – Colombia

2024

Tabla de contenido

Lista de figuras.....	3
Lista de tablas	3
Lista de anexos.....	3
Resumen.....	4
Abstract	6
Introducción	8
Perspectiva teórica	9
Investigación Cualitativa	9
Investigación-Acción	10
Metodología ADDIE.....	10
Simulación Clínica.....	11
Metodología	11
Diseño del estudio.....	11
Contexto y participantes	12
Recolección de información	12
Fases del estudio	12
Análisis de la información	13
Consideraciones éticas	14
Resultados	14
Fase Analizar	14
Se aprende manipulando y viendo cómo se usan los equipos	15
Metodologías usadas por los profesores en la enseñanza.	16
Manera en la cual aprenden los estudiantes sobre equipos biomédicos.	17
Actitud de los estudiantes durante el proceso aprendizaje.....	20
Pero hay pocas oportunidades para usar los equipos en ambientes hospitalarios.....	21
Desafíos en el aprendizaje	21
Métodos sugeridos por los estudiantes para aprender sobre equipos biomédicos.....	24
Un ambiente virtual para superar este problema.....	26
Fase Diseñar.....	28
Discusión.....	29
Limitaciones.....	32
Implicaciones	32
Conclusión	34
Conflicto de interés.....	34

Bibliografía	35
--------------------	----

Lista de figuras

Figura 1 Interacción entre las fases de la investigación acción y el modelo ADDIE	13
Figura 2 Temas principales del análisis de los datos	15

Lista de tablas

Tabla 1 Ciclo de investigación-acción en fase de Analizar	14
Tabla 2 Ciclo de investigación-acción en fase de Diseñar	28

Lista de anexos

Anexo 1 Guía de virtualización - Uso y Funcionamiento de Desfibrilador	38
--	----

Resumen

Introducción: El uso incorrecto de equipos biomédicos en clínicas y hospitales genera graves consecuencias que afectan la seguridad del paciente, la calidad de la atención médica y los costos en reparaciones. La raíz del problema radica en la formación insuficiente que reciben los futuros médicos en el funcionamiento y adecuado uso de estos equipos. Además, la literatura sobre la enseñanza de estos equipos en la educación médica es escasa, creando un vacío de conocimiento en las estrategias de enseñanza que faciliten el aprendizaje.

Objetivo: Entender el aprendizaje de los estudiantes de medicina sobre el uso y funcionamiento de los equipos biomédicos en los cursos de simulación clínica.

Materiales y métodos: Se aplicó un muestreo intencional y opinático para la selección de participantes con experiencias significativas relacionadas con el fenómeno de estudio, asegurando así la aportación de diversas perspectivas y experiencias. Se llevó a cabo un estudio cualitativo con un diseño de investigación-acción. La recolección de datos se realizó a través de dos observaciones no participantes, dos grupos focales, doce entrevistas semiestructuradas, dos notas de campo y un diario de investigación que registró reflexiones personales, observaciones, emociones y pensamientos a lo largo del proceso de investigación. Las entrevistas semiestructuradas y el grupo focal fueron audiograbados y posteriormente transcritos para facilitar el análisis temático.

Resultados: Se encontró que la integración de diversas pedagogías como enseñanza progresiva, experiencias prácticas, manipulación frecuente de los equipos, observación del funcionamiento de equipos por parte de profesionales y una enseñanza multidisciplinar fortalece este aprendizaje en los estudiantes

Discusión: Los hallazgos mencionados tienen implicaciones para facilitar el aprendizaje de los estudiantes de medicina acerca de uso y funcionamiento de los equipos biomédicos en la educación médica, proporcionando una orientación clara sobre cómo debería abordarse esta enseñanza. Es importante que la educación médica adopte un enfoque progresivo para enseñar sobre estos equipos, aumentando la interacción con ellos desde los primeros semestres de la carrera e integrando de manera simultánea la teoría y la práctica en su enseñanza.

Conclusión: Enseñar progresivamente y aumentar la frecuencia de interacción con equipos biomédicos son estrategias cruciales para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes de medicina sobre cómo usar correctamente estos equipos y de qué manera funcionan. No obstante, a pesar de implementar estrategias pedagógicas variadas en la enseñanza de los equipos biomédicos, los estudiantes podrían experimentar una desconexión entre la teoría y la práctica, obstaculizando el desarrollo de sus competencias para usar estos equipos en contextos clínicos reales.

Palabras clave: Uso y funcionamiento equipo biomédico, aprendizaje, estudiante medicina, investigación acción.

Abstract

Introduction: The incorrect use of biomedical equipment in clinics and hospitals generates serious consequences that affect patient safety, the quality of medical care, and repair costs. The root of the problem lies in the insufficient training that future doctors receive in the operation and proper use of these devices. Additionally, the literature on the teaching of these devices in medical education is scarce, creating a knowledge gap in the teaching strategies that facilitate learning.

Objective: To understand the learning process of medical students regarding the use and operation of biomedical equipment in clinical simulation courses.

Materials and Methods: Intentional and opinion-based sampling was applied to select participants with significant experiences related to the phenomenon under study, thus ensuring the contribution of diverse perspectives and experiences. A qualitative study with an action research design was conducted. Data collection was carried out through two non-participant observations, two focus groups, twelve semi-structured interviews, two field notes, and a research diary that recorded personal reflections, observations, emotions, and thoughts throughout the research process. The semi-structured interviews and focus group were audio-recorded and later transcribed to facilitate thematic analysis.

Results: It was found that the integration of various pedagogies such as progressive teaching, practical experiences, frequent manipulation of the equipment, observation of equipment operation by professionals, and multidisciplinary teaching strengthens this learning in students.

Discussion: The aforementioned findings have implications for facilitating the learning of medical students about the use and operation of biomedical equipment in

medical education, providing clear guidance on how this teaching should be approached. It is important that medical education adopts a progressive approach to teaching about these devices, increasing interaction with them from the early semesters of the degree and simultaneously integrating theory and practice in their teaching.

Conclusion: Progressive teaching and increasing the frequency of interaction with biomedical equipment are crucial strategies to strengthen the learning of medical students on how to correctly use these devices and how they function. However, despite implementing various pedagogical strategies in the teaching of biomedical equipment, students may experience a disconnect between theory and practice, hindering the development of their competencies to use these devices in real clinical contexts.

Keywords: Use and operation of biomedical equipment, learning, medical student, action research.

Introducción

En el actual contexto de la medicina, se enfrenta un desafío crítico de salud: los daños en los equipos biomédicos, esenciales para la atención de pacientes en clínicas y hospitales, ocasionados por la falta de competencias en su uso correcto y el desconocimiento en su funcionamiento por parte de los profesionales de la medicina. Este problema no solo genera enormes costos financieros para las instituciones hospitalarias en la reparación de dichos equipo (Stern, 2017), sino que también repercute negativamente en la calidad de la atención sanitaria (Zamzam et al., 2021) y en la seguridad del paciente (Song et al., 2020). Este fenómeno puede atribuirse, en gran medida, a la insuficiente atención que los currículos de medicina han otorgado a la enseñanza de competencias en el uso correcto y el conocimiento sobre el funcionamiento de los equipos biomédicos.

El uso inadecuado de los equipos biomédicos por parte de los profesionales de la salud constituye la principal causa de daños en entornos hospitalarios (Mkalaf, 2016). Estos daños resultan en un aumento significativo del gasto destinado al mantenimiento correctivo de los equipos biomédicos en comparación con su adquisición (Arab-Zozani et al., 2021). Por otra parte, los avances tecnológicos desempeñan un papel fundamental en la industria sanitaria, teniendo un impacto significativo en la calidad de la atención al paciente. El crecimiento exponencial en la producción de equipos biomédicos subraya la necesidad de implementar estrategias de mantenimiento óptimas en las clínicas y los hospitales, con el fin de mejorar el rendimiento, garantizar un funcionamiento adecuado y reducir costos (Shamayleh et al., 2020). Este aspecto resalta la importancia crucial de la capacitación en el uso adecuado de los equipos biomédicos, especialmente en un entorno caracterizado por

avances tecnológicos rápidos y constantes, siendo esencial para asegurar una atención de calidad.

Algunos estudios han empleado herramientas como la simulación clínica (Nyström et al., 2016) y los entornos virtuales de aprendizaje (Coyne et al., 2021) para capacitar a estudiantes de medicina en el desarrollo de competencias profesionales. No obstante, estos enfoques se centran primordialmente en la capacitación en habilidades clínicas, descuidando la adquisición de conocimientos sobre el correcto uso y funcionamiento de los equipos biomédicos. Además, la literatura carece de informes detallados sobre métodos efectivos para enseñar en el contexto del uso de estos equipos. Este vacío en la educación médica subraya la necesidad de una revisión profunda y de la implementación de estrategias educativas innovadoras que aseguren la competencia de los futuros médicos en el manejo de tecnologías críticas para la atención de la salud, poniendo de manifiesto la importancia de investigar y desarrollar enfoques pedagógicos que respondan eficazmente a esta problemática.

Por tanto, el propósito de este estudio consistió en comprender el proceso de aprendizaje de los estudiantes de medicina en relación con el uso y funcionamiento de equipos biomédicos durante los cursos de simulación clínica.

Perspectiva teórica

En este estudio se usan cuatro conceptos teóricos clave: La investigación cualitativa, la investigación acción, la metodología ADDIE y la simulación clínica.

Investigación Cualitativa

Según (Creswell, 2013) la investigación cualitativa es un enfoque metodológico que busca comprender fenómenos sociales complejos desde la

perspectiva de los participantes, permitiendo explorar en profundidad sus experiencias, percepciones y significados. En esta investigación, se empleó la investigación cualitativa como enfoque metodológico para explorar en detalle cómo los estudiantes de medicina aprenden sobre el uso correcto y el funcionamiento de equipos biomédicos. Este enfoque facilitó la captura de las experiencias, percepciones y prácticas de los estudiantes, así como también la comprensión del contexto en el que se desarrolla este aprendizaje.

Investigación-Acción

La metodología de Investigación-Acción desempeñó un papel crucial en la interpretación de los datos recogidos en este estudio. Este enfoque facilitó un ciclo reflexivo de planificación, acción y observación, que fue esencial para entender las dinámicas de aprendizaje de los estudiantes de medicina con equipos biomédicos. Por ejemplo, la identificación de desafíos en el aprendizaje y la manipulación de equipos durante las sesiones de simulación clínica fue posible gracias a la naturaleza cíclica de la Investigación-Acción (Stringer, 2014), permitiendo reflexiones que informaron los ciclos subsiguientes del estudio. Este enfoque ayudó a profundizar en cómo las experiencias prácticas afectaban la competencia y la confianza de los estudiantes, un hallazgo que podría haber permanecido superficial sin la continua reevaluación permitida por la Investigación-Acción.

Metodología ADDIE

ADDIE es un acrónimo que representa las etapas de un modelo de diseño instruccional ampliamente utilizado en la planificación y desarrollo de programas educativos y de formación: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación. Este enfoque sistemático permite a los diseñadores instruccionales y

educadores crear experiencias de aprendizaje efectivas y basadas en evidencia, garantizando que los objetivos de aprendizaje se alcancen de manera eficiente y que se satisfagan las necesidades de los estudiantes (Molenda, 2003). En este estudio, la metodología ADDIE sirvió como un marco estructurado para el diseño y la implementación de actividades educativas centradas en el uso y funcionamiento de equipos biomédicos, asegurando un enfoque integral y coherente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Simulación Clínica

La simulación clínica es una herramienta educativa que recrea escenarios clínicos reales o situaciones de atención médica utilizando maniqués, equipos y tecnología especializada. Esta metodología proporciona a los estudiantes de medicina la oportunidad de practicar habilidades clínicas, tomar decisiones y enfrentarse a desafíos similares a los que encontrarán en la práctica clínica real, sin poner en riesgo la seguridad de los pacientes (Cant & Cooper, 2017). En el contexto de este estudio, la simulación clínica se utilizó como una herramienta efectiva para enseñar a los estudiantes de medicina el uso correcto y el funcionamiento de equipos biomédicos, permitiéndoles practicar habilidades específicas y tomar decisiones clínicas en un entorno controlado.

Metodología

Diseño del estudio

La investigación-acción, según la definición de Stenhouse y citada por (Mckernan, 2008), se caracteriza como un estudio sistemático, sostenido y autocorrectivo, sujeto a críticas públicas y pruebas empíricas. Este enfoque implica la recopilación y análisis de datos, así como la reflexión y el debate de los resultados,

con el propósito de provocar cambios en una situación identificada como problemática. Este proceso, riguroso y autocrítico, busca una comprensión más profunda y contextualizada de los problemas, con el objetivo final de implementar modificaciones significativas en el ámbito estudiado.

Contexto y participantes

Las sesiones prácticas se llevaron a cabo en el Centro de Simulación de la Universidad del Rosario con estudiantes de medicina de cuarto y noveno semestre que se encontraron en rotación en los cursos de simulación clínica y con una profesora instructora de este centro.

Recolección de información

Se llevaron a cabo tres observaciones no participantes para comprender el contexto del aprendizaje en el uso y funcionamiento de equipos biomédicos, respaldadas cada una por notas de campo. Para identificar las experiencias de los participantes y los patrones de interacciones humanas con los materiales, se realizó un grupo focal con los estudiantes inmediatamente después de la práctica en el entorno de simulación, con una duración de 20 minutos. Además, se llevaron a cabo cinco entrevistas semiestructuradas, cuatro con estudiantes y una con profesora del centro de simulación, cada una con una duración de entre 15 y 20 minutos.

Fases del estudio

Se realizaron los cuatro ciclos concebidos para llevar a cabo una investigación-acción planificada y enfocada: 1) **Planificar:** Identificación del problema, 2) **Actuar:** Elaboración del plan, 3) **Observar:** Implementación y evaluación del plan, y 4) **Reflexionar:** Retroalimentación (Sandín Esteban, 2011). Además, en concordancia con las fases mencionadas previamente, se considera la

metodología ADDIE, la cual comprende cinco etapas (analizar, diseñar, desarrollar, implementar y evaluar) (Templos Pacheco, 2020). La correlación entre las fases previamente mencionadas de la investigación-acción y la metodología ADDIE es posible establecerla mediante la Figura 1.

Figura 1 Interacción entre las fases de la investigación acción y el modelo ADDIE



Nota: Espiral cíclica de la Investigación-acción. Fuente: Adaptación de Latorre (2003).

En el contexto de esta investigación, la metodología ADDIE se aplicará hasta la fase de diseño. Esta elección se justifica debido a la necesidad de dedicar un esfuerzo adicional a la etapa de desarrollo, implementación y evaluación, lo cual implica una inversión de tiempo considerable. Adicionalmente, basado en la investigación-acción, se realizarán dos ciclos, uno para cada una de las fases de la metodología ADDIE usada en este estudio (Analizar y Diseñar).

Análisis de la información

Para la presente investigación, se optó por el análisis temático, una metodología cualitativa extensamente utilizada en los ámbitos de investigación social y psicológica. Este método se centra en la identificación, análisis y presentación de patrones temáticos presentes en datos cualitativos, tales como entrevistas, grupos de discusión, diarios y otros tipos de textos, ya sean escritos u orales.

Consideraciones éticas

Este proyecto fue aprobado técnicamente por el comité de investigación del 08 de noviembre 2023 y comité de ética (DV0005 2517-CV1814) del 15 de enero del 2024.

Resultados

Se realizaron tres observaciones no participantes durante sesiones académicas en un entorno simulado, donde se abordaron temáticas del programa de medicina que tuvieran contacto con equipos biomédicos. Cada observación tuvo una duración aproximada de dos horas y contó con la participación de cinco a seis estudiantes y un profesor. Además, se condujo un grupo focal de 20 minutos, en el cual participaron cinco estudiantes, y se realizaron cinco entrevistas semiestructuradas individuales, dos a estudiantes y una a un profesor, cada una con una duración entre 15 y 20 minutos. Todos los estudiantes cursaban cuarto o noveno semestre, y los datos se recolectaron en el mismo centro de simulación. El estudio contó con un total de 19 participantes, incluyendo tres profesores del centro de simulación y 16 estudiantes de medicina.

Fase Analizar

Los resultados de este estudio empleando la metodología ADDIE, específicamente en su fase de análisis, utilizando un ciclo de investigación-acción, se presentan en la Tabla 1.

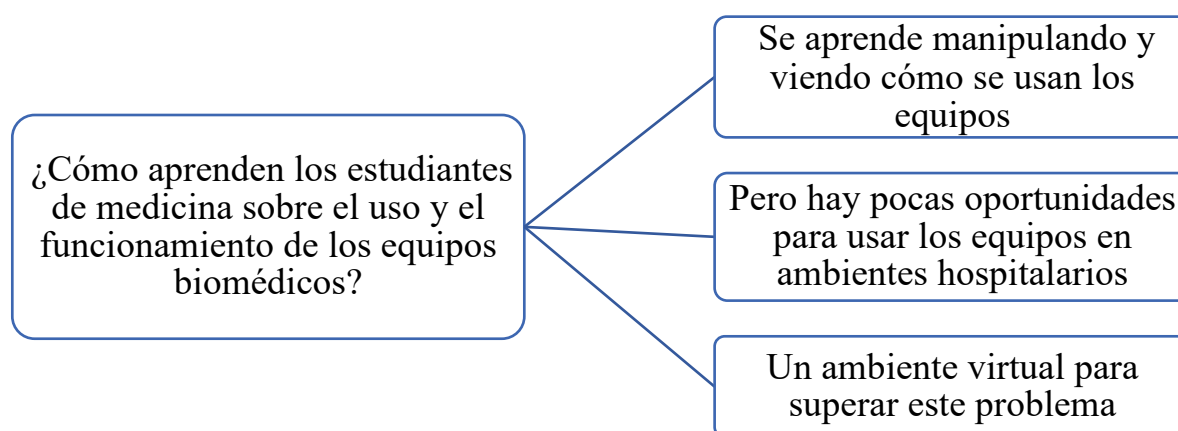
Tabla 1 Ciclo de investigación-acción en fase de Analizar

CICLO	ACTIVIDAD
Planificar	Identificar la población de estudio, compuesta por estudiantes de medicina, y se planificaron las herramientas necesarias para la recolección de información, con el fin de comprender sus necesidades de aprendizaje.
Actuar	Durante esta fase, se recopiló información utilizando las herramientas descritas previamente, complementadas con reflexiones registradas en notas de campo sobre el proceso de investigación.

Observar	En esta fase, se llevaron a cabo las observaciones no participantes durante las sesiones en el centro de simulación, con el objetivo de identificar las problemáticas que enfrentan los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el uso y funcionamiento de los equipos biomédicos.
Reflexionar	Durante esta fase, fue posible evidenciar que existen diversas metodologías para enseñar y aprender sobre el funcionamiento de equipos biomédicos, así como diferencias en su efectividad. Además, se observó la actitud de los estudiantes y su desempeño en las sesiones académicas, lo que permitió comparar y evaluar la eficacia de distintas estrategias de enseñanza.

Del análisis de los datos surgieron tres temas principales, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2 Temas principales del análisis de los datos



Nota: Elaboración propia

Se aprende manipulando y viendo cómo se usan los equipos

En este tema se narra cómo se enseña y se aprende a usar equipos biomédicos en este contexto. Surgieron tres categorías en esta temática, que incluyen: a) metodologías usadas por los profesores en la enseñanza; b) manera en la cual aprenden los estudiantes sobre equipos biomédicos; y c) actitudes de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

Metodologías usadas por los profesores en la enseñanza.

Los profesores de medicina observados aplicaron una variedad de métodos pedagógicos para instruir sobre el uso y funcionamiento de equipos biomédicos. Estos métodos abarcaron desde una introducción básica al manejo de los equipos hasta prácticas supervisadas con el simulador de alta fidelidad o con algún estudiante que actúe como paciente.

“El profesor prende el equipo, les explica cómo se realiza este procedimiento. Posteriormente, les explica la configuración para cambiarlo del modo de palas, o al modo de cable ECG, esto con el objetivo de lograr visualizar el ritmo cardiaco del simulador.” Notas de campo de observación 03

En primer lugar, los profesores proporcionaron una descripción exhaustiva del equipo, incluyendo funciones, componentes y aplicaciones clínicas, sentando las bases para la comprensión de su uso y manejo. Además, evaluaron los conocimientos previos de los estudiantes con preguntas abiertas sobre la temática a tratar, para adaptar la enseñanza a las necesidades específicas de los estudiantes con base al vacío de conocimiento identificado.

“El profesor inicia su clase de ecografía, hablando de cómo se debe encender el equipo, menciona algunas de las partes de las cuales se compone el mismo, como se forma la imagen ecográfica y los tipos de transductores que se manejan. Realiza preguntas sobre conocimientos previos acerca de la ecografía y los estudiantes responden adecuadamente.” Notas de campo de observación 01

Posteriormente, instruyeron a los estudiantes sobre la conexión y el uso adecuado de los accesorios del equipo, lo que es considerado por el profesor como fundamental para su uso seguro y eficaz en un entorno clínico real. Se explicaron los

principios físicos relacionados con el funcionamiento del equipo, ayudando a los estudiantes a comprender su importancia en medicina. También se enfatizó la importancia de la higiene y la seguridad al interactuar con el equipo biomédico, incluyendo el uso de guantes y otras medidas de protección para prevenir infecciones y garantizar la seguridad del personal médico y los pacientes.

El profesor implementó la simulación de procedimientos clínicos para que los estudiantes practicasen en un ambiente controlado. Durante esta actividad, un estudiante actuó como paciente, sometiéndose a diversas pruebas y mediciones de órganos con un transductor. Inicialmente, el profesor fue el encargado exclusivo de manipular el transductor, pero a medida que avanzaba la sesión, los estudiantes tuvieron la oportunidad de hacerlo ellos mismos.

También se compararon imágenes clínicas reales con las obtenidas usando el equipo con el paciente simulado, en este caso un ecógrafo, ayudando a los estudiantes a comprender su utilidad diagnóstica y su aplicación en la práctica clínica. Esta metodología buscaba que el estudiante lograra ubicar el órgano en el ecógrafo con el paciente simulado, utilizando como referencia la imagen proyectada en el videobeam.

“El profesor realizó un ejercicio muy interesante de comparar un video e imágenes de ultrasonido proyectadas desde un videobeam, con la imagen obtenida en el ecógrafo tomada del estudiante.” Notas de campo de observación 01

Manera en la cual aprenden los estudiantes sobre equipos biomédicos.

Por su parte, los estudiantes emplearon diversas metodologías para aprender acerca de los equipos biomédicos. Ellos narraron que su contacto inicial con estos equipos comenzó en primer semestre de carrera, intensificándose en cuarto semestre

cuando inician sus prácticas en el centro de simulación clínica y se ha mantenido constante en los semestres siguientes.

“Bueno, pues yo creo que desde el primer semestre se comienza este contacto con los equipos, pues porque siento que en simulación uno tiene bastante contacto con los equipos biomédicos. En primero nosotros vemos RCP, entonces ahí vemos pues varias cositas relacionadas con equipos. Igual se mantiene bastante durante los laboratorios de anatomía a veces y pues siempre que vamos a simulación, yo creo que el contacto que más tenemos es ese.” ESTF-008

Entre las metodologías usadas se describieron la manipulación repetida de los equipos y sus accesorios, las pruebas en pacientes reales o simulados, la visualización de videos instructivos y la lectura de artículos científicos. Además, emplearon técnicas como la documentación visual mediante fotos y videos, así como la toma de apuntes, para reforzar su comprensión y retención de la información.

“El profesor comienza a manipular el transductor y solicita que una de las estudiantes oprima algunas teclas para cambiar funciones en la consola del equipo. De las cuatro estudiantes mujeres, tres deciden tomar fotos, grabar videos de la explicación.” Notas de campo de observación 02

Los estudiantes señalaron que su conocimiento sobre un equipo específico depende directamente de la frecuencia con la que interactúan con él. Por ejemplo, en el caso del ecógrafo, han tenido contacto en tres ocasiones anteriores, lo que ha contribuido a la comprensión que tienen del uso y manejo de este equipo. También contaron que observar a otros profesionales interactuar con los equipos les ha demostrado ser una estrategia efectiva de aprendizaje sobre el uso correcto y el funcionamiento de estos dispositivos. El aprendizaje de los estudiantes en relación

con los equipos biomédicos fue un proceso multifacético. En un inicio, reconocieron estos dispositivos en un entorno académico durante sus clases magistrales, donde tuvieron la oportunidad de conocerlos físicamente, como sucedió con el ecógrafo.

“Bueno, mi primera interacción con este equipo fue más o menos en 7.º semestre que tuvimos la oportunidad de tener el acercamiento con el ecógrafo, pero pues esta ya es mi tercera vez más o menos. Siempre nos explican cositas diferentes en cuanto a los diagnósticos de los pacientes.” ESTF-002

Durante sus rotaciones hospitalarias, los estudiantes narraron que se familiarizaron con diversos equipos biomédicos, por ejemplo, el doppler fetal, el concentrador de oxígeno, el monitor de signos vitales, el ventilador mecánico, el fonendoscopio, el tensiómetro, la báscula, el humidificador, el DEA, la camilla, el flujómetro y el desfibrilador. Estos equipos se utilizaban en servicios como urgencias, ginecología, consulta externa y cuidados intensivos. Esta experiencia inicial fue fundamental en su formación, ya que les permitió desarrollar habilidades prácticas en el uso y manejo de los equipos mediante la manipulación directa y la observación del uso que profesionales expertos hacían de estos dispositivos, sentando así las bases para su comprensión futura de otros equipos biomédicos. Este contacto con equipos biomédicos se extendió adicionalmente en los escenarios de simulación clínica.

“Uno va aprendiendo de cómo las otras personas lo van usando.” ESTF-005

La integración de la simulación clínica ha transformado la forma en que los estudiantes de ciencias de la salud desarrollan sus habilidades al proporcionar un entorno seguro para aplicar sus conocimientos teóricos en contextos prácticos.

“Hasta cuando yo ya prácticamente me estaba graduando, estaba llegando la simulación clínica acá a Colombia y es muy importante eso, porque también el tema

de la simulación clínica ha aportado muchísimo para la educación, no solamente de los médicos, sino para el personal en salud.” PROF-002

Actitud de los estudiantes durante el proceso aprendizaje.

En las observaciones no participantes se evidenciaron diversas actitudes de los estudiantes durante el uso y manejo de los equipos biomédicos, las cuales variaron según el horario de las sesiones de aprendizaje. Por ejemplo, en la primera sesión, desarrollada de 08:00am a 10:00am, se destacó una actitud colaboradora de algunos estudiantes, quienes asumieron el papel de pacientes para permitir a sus compañeros practicar habilidades clínicas.

“La prueba con paciente se realiza con un estudiante del grupo, el cual es el estudiante masculino, quien se quita la camiseta sin ningún inconveniente, es bastante colaborador y no presenta pena alguna.” Notas de campo de observación 01

Por otro lado, otros estudiantes mostraron gran atención y concentración al profesor, mientras este daba indicaciones, hacia movimientos con el transductor y realizaba mediciones en el paciente simulado, lo que denotaba un alto nivel de interés.

“En todo momento los estudiantes están muy atentos a la explicación del profesor, dejaron inclusive sus iPad y celulares en el puesto y están 100% concentrados en las explicaciones.” Notas de campo de observación 01

Los estudiantes experimentaron un cambio en sus actitudes hacia la manipulación de equipos biomédicos a lo largo del tiempo, mostrando una evolución hacia una mayor participación activa. Inicialmente, pocos estudiantes estaban dispuestos a interactuar con el equipo. Sin embargo, tras recibir explicaciones detalladas y observar las correcciones realizadas por el profesor a sus compañeros, así como al resolver sus dudas, la gran mayoría tomó la iniciativa de participar

activamente. Este cambio sugiere un aumento en la confianza y habilidad para aplicar los conocimientos adquiridos durante la sesión. Durante las explicaciones del profesor, los estudiantes se mantuvieron cerca de los equipos biomédicos, demostrando un alto nivel de compromiso y atención constante ante cualquier novedad que surgiera.

En la segunda sesión, de 10:00 a.m. a 12:00 p.m., la mayoría de los estudiantes demostraron un nivel de interés notablemente inferior, lo que afectó negativamente su comprensión del tema abordado. Esta disminución de interés se evidenció cuando el profesor les planteaba preguntas sobre temas previamente explicados en la sesión y recibía respuestas incorrectas, además de observarse varios errores en la manipulación del equipo.

“Una de las estudiantes que es la que más manipula su dispositivo celular, bosteza, se peina, se arregla la ropa, se para, se sienta de la silla y presta muy poca atención a la explicación.” Notas de campo de observación 02

Pero hay pocas oportunidades para usar los equipos en ambientes hospitalarios

En este tema se abordan los desafíos en el aprendizaje de equipos biomédicos y las estrategias propuestas por estudiantes de medicina para superarlos. Se identificaron dos categorías principales: a) los desafíos en el aprendizaje, y b) los métodos sugeridos por los estudiantes para aprender sobre equipos biomédicos.

Desafíos en el aprendizaje

Los estudiantes de noveno semestre indicaron que pocas veces tienen la oportunidad de usar y manejar equipos biomédicos en los ambientes hospitalarios. Esta limitada exposición obstaculiza su aprendizaje y podría conducir a una

preparación insuficiente para enfrentar situaciones prácticas durante las rotaciones clínicas.

“Yo creo que, también, lo más problemático es eso de que no nos brindan tantos espacios dentro del hospital para aprender sobre esos equipos.” ESTF-005

Por ejemplo, los estudiantes mencionaron dificultades en la colocación correcta de accesorios en los pacientes, como electrodos de electrocardiogramas o sensores de oxímetros de pulso, lo que puede llevar a mediciones imprecisas y errores diagnósticos.

La percepción de los estudiantes revela una desconexión entre la enseñanza teórica y práctica en equipos biomédicos, donde la teoría prevalece antes que la práctica, dificultando el aprendizaje sobre estos equipos y la aplicación inmediata de los conocimientos adquiridos.

“El solo hecho que sea como tan separado, mientras cuando tú ves la teoría y luego lo pones en la práctica, que sea tan lejano hace que sea más difícil, es mucho mejor la teoría y al lado tener la práctica.” ESTF-007

Durante las observaciones no participantes se identificó una disparidad en la experiencia de los estudiantes con los equipos biomédicos, en donde algunos tenían mayor oportunidad de interactuar con los dispositivos que otros. Este desequilibrio se hizo especialmente evidente durante la manipulación del ecógrafo, donde en un lapso de cinco minutos, solo una estudiante pudo utilizar el transductor y realizar pruebas en el paciente.

“La prueba continúa con la misma estudiante que ha venido participando activamente en los dos órganos estudiados hasta el momento. Ella toma el traductor y

comienza hacer las pruebas sobre su compañero, hasta el momento es ella es la única que manipula el equipo.” Notas de campo de observación 01

La inasistencia a clase y la falta de atención durante las sesiones académicas se han identificado como barreras significativas para el aprendizaje. Los estudiantes que faltan a estas sesiones o no prestan atención corren el riesgo de perder información crucial para su formación.

“Finalizando esta sesión el profesor se acerca a mí y me comenta, que él considera que uno de los inconvenientes que se tiene en la formación en los estudiantes es que varios de ellos no asisten a clases y otros no prestan atención como se debe, porque, afortunadamente, dice el, la universidad tiene la capacidad tecnológica y académica para que los estudiantes roten y tenga contacto varias veces con los equipos.” Notas de campo de observación 01

Adicionalmente, las observaciones realizadas permitieron evidenciar que tanto el agotamiento físico como el mental, tanto en estudiantes como en profesores, afectaron la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. Las sesiones prolongadas resultaron en un claro cansancio, que se manifestó en la atención de los estudiantes y en el desarrollo de la sesión práctica por parte del profesor.

“En estos momentos de la sesión, siendo las 12:00 pm, se evidencia un cansancio notable en la gran mayoría, ya que solamente una estudiante permanece de pie, adicionalmente hay varias correcciones por parte del profesor a la mayoría de los estudiantes, por manipular mal el transductor. Al ver que los estudiantes no logran el objetivo de encontrar la posición de las estructuras internas del corazón que se le solicitó, el profesor los ayuda para que logren visualizarlas.” Notas de campo de observación 02

Por último, los estudiantes señalaron que algunas de las metodologías de enseñanza utilizadas por parte de algunos profesores al enseñar sobre equipos biomédicos no son claras, ya que se enfocan más en aspectos fisiológicos del paciente en lugar de enseñar cómo usar los equipos biomédicos correctamente.

“El profesor de pronto se fue a explicarnos un poquito más las bases físicas y la interacción en que estos equipos tenían en el cuerpo humano, pero digamos que nos hayan dicho cómo prender los equipos, si esto tenía un cuidado o si tenía algo especial, no, realmente, pues en ningún momento tampoco nos hicieron como mucho énfasis en que los equipos deben tener algún cuidado especial, algún manejo, no.”

ESTF-002

Métodos sugeridos por los estudiantes para aprender sobre equipos biomédicos

Los estudiantes, al enfrentarse a los desafíos del aprendizaje sobre equipos biomédicos, proponen estrategias para mejorar este proceso. Según su percepción, algunas de estas estrategias se han identificado como especialmente beneficiosas. La experiencia de tocar y manipular físicamente los equipos, se revela como un elemento fundamental. Esta interacción directa no solo les brinda la oportunidad de familiarizarse con las partes y accesorios de estos equipos, sino que también les permite comprender de manera más profunda su funcionamiento.

“Pero que nos muestren como miren, esto es así, cójanlo, lo manipúlenlo, jueguen con él, cómo se arma esto, cómo se quita esto, cómo se pone eso, para que cuando estemos en estos entornos como que tú ya sepas.” ESTF-007

Que los profesores puedan proporcionar explicaciones detalladas sobre cómo manejar, sostener y mantener los equipos biomédicos, facilita el aprendizaje sobre su

uso, además, también están contribuyendo a una comprensión más profunda de cómo estos equipos funcionan.

Los estudiantes han compartido otra estrategia que consideran muy beneficiosa: la introducción temprana a los equipos biomédicos durante su formación médica. Esta anticipación les permite investigar y familiarizarse con los equipos antes de utilizarlos en contextos clínicos, ya sea en clases prácticas o rotaciones hospitalarias. Además, han reconocido la importancia de leer previamente artículos y lecturas relacionadas, lo cual facilita la comprensión durante las sesiones de clase o prácticas posteriores.

"Es muy importante que antes de cada sesión nos digan el equipo a revisar para nosotros hacer una investigación previa, poder leer artículos." ESTF-002

Además, se valoró la importancia de profundizar en detalles específicos como el encendido, las conexiones, la limpieza y la rápida resolución de errores de los equipos. Estos aspectos no solo enriquecen la comprensión de su funcionamiento, sino que también mejoran su aplicación efectiva en el ambiente laboral

"Primero como conocer las partes del equipo, como funciona, pero en versión básica, ya que no estudiamos Ingeniería biomédica y cómo cuidar el equipo y el uso correcto." ESTF-007

Los estudiantes mostraron interés en estrategias dinámicas y lúdicas, como juegos interactivos relacionados con equipos biomédicos, que combinan diversión con aprendizaje y que demostraron ser efectivas para consolidar conceptos:

"Una vez que nos pusieron una actividad, mostrándonos un videojuego, el cáncer de seno o algo así que lo tenías que encontrar donde estaba el cáncer, Siento que bueno, no sé qué tan difícil o no sea un videojuego, pero en que tú seas el que

tienes como la manera de contraer y tú lo haces, siento que sería algo superchévere.”

ESTF-004

Asimismo, la incorporación de videos reales, donde se muestre el uso correcto de los equipos biomédicos, fue valorada positivamente, ya que proporciona una experiencia práctica simulada que prepara a los estudiantes para situaciones reales en su práctica clínica.

“Algo muy importante también ver videos que nos permita pues tener más interacción.” ESTF-002

Finalmente, los estudiantes proponen la integración de una enseñanza multidisciplinaria que involucre la participación de profesionales especializados en equipos biomédicos, como ingenieros biomédicos, en su formación. Esta colaboración ampliaría su comprensión práctica y exhaustiva de los equipos biomédicos que utilizarán en su práctica profesional.

“Inclusive si estas sesiones las pudiera brindar algún otro profesional, que no seamos médicos porque pues los médicos a veces no tenemos tanto alcance y de pronto en algún caso digamos la profesión que tú tienes que sería ingeniería biomédica, que por lo que me has comentado pues está muy de la mano con el funcionamiento de los equipos, entonces pues sería chévere que dentro de las sesiones que a nosotros nos brindan tengamos interacción con otros profesionales.”

ESTF-002

Un ambiente virtual para superar este problema

Uno de los principales objetivos de esta investigación-acción es proponer un ambiente virtual de aprendizaje sobre el uso correcto y el funcionamiento de equipos

biomédicos, donde los estudiantes puedan interactuar y aprender sobre estos dispositivos.

En las experiencias previas de los estudiantes con ambientes virtuales de aprendizaje, se encontró que muchos no estaban familiarizados con el concepto hasta que se mencionaron plataformas específicas como Moodle, E-programas, E-Anatomy o I-MAIOS. Además, destacaron que, en la mayoría de los casos, estas plataformas resultaron poco amigables y distaron mucho de la realidad en cuanto al contenido clínico y las actividades prácticas que podrían haber sido beneficiosas para su aprendizaje.

Sin embargo, un ambiente virtual centrado en equipos biomédicos fue bien recibido por los estudiantes como una adición valiosa a su formación teórico-práctica. Aunque reconocieron su utilidad, no lo percibieron como un sustituto de las actividades presenciales, sino más bien como una herramienta útil para utilizar durante los descansos o entre actividades académicas, debido a su facilidad de acceso y su condición virtual, que permite su conexión en estos espacios libres.

"Me parece que es viable, digamos que uno tiene cierto tiempo entre turnos y entre las clases, entonces es bueno hacer un curso que tengas eso, la verdad yo creo que eso me habría salvado hace un par de semestres porque tendría más en cuenta las cosas que debo o no debo hacer." ESTF-005

Los estudiantes sugirieron que el aprendizaje del uso de equipos biomédicos podría mejorarse mediante videos desarrollados en un ambiente virtual de aprendizaje. Indicaron que los videos ofrecen una visualización clara y detallada de procedimientos y conceptos complejos, lo que facilita la comprensión. Además, su flexibilidad y accesibilidad permiten a los estudiantes aprender a su propio ritmo y en

cualquier momento y lugar. La interactividad de algunos videos y su capacidad para estimular múltiples sentidos los convierten en una herramienta efectiva para mejorar la comprensión y retención de la información.

“Tendría que ser algo así como que obviamente le des clic y te de una descripción y de pronto el uso incluso de hasta videos. No sé si es hasta allá donde llegaría uno, pero con videos, o sea del uso video de situaciones y equipos reales.”

ESTM-004

Además, mencionaron que el ambiente virtual de aprendizaje para equipos biomédicos debería ser didáctico y contar preferiblemente con elementos lúdicos relacionados con la temática. Estos elementos no solo aumentarían la motivación y el compromiso, sino que también facilitarían la retención del conocimiento al asociar la información brindada con experiencias positivas y memorables, además, promueven la participación activa de los estudiantes, al tener un componente de interacción.

Enfatizaron la importancia de tener acceso a contenido multimedia que represente situaciones clínicas reales y la capacidad de realizar simulaciones. Esto les permitiría comprender cómo se utilizan los equipos en entornos reales de atención médica sin la necesidad de estar en una clínica u hospital.

Fase Diseñar

La Tabla 2 presenta los resultados de esta investigación, la cual empleó la metodología ADDIE en su fase de diseño e implementó un ciclo de investigación-acción enfocado en un ambiente virtual de aprendizaje sobre equipos biomédicos.

Tabla 2 Ciclo de investigación-acción en fase de Diseñar

CICLO	ACTIVIDAD
Planificar	En esta fase, se definieron los resultados de aprendizaje del ambiente virtual de aprendizaje. Considerando los insumos del análisis, se seleccionan el equipo y los contenidos, además de

	determinar los temas y subtemas a cubrir en el ambiente virtual. Asimismo, se diseñó la estructura del curso, organizando el contenido en módulos o unidades y planificando la secuencia lógica de los mismos.
Actuar	Las tablas de diseño del ambiente virtual de aprendizaje se presentan en el anexo 1, donde se elaboraron los materiales educativos, incluyendo recopilación de videos, presentaciones, lecturas y otros recursos multimedia. También se diseñaron actividades interactivas y ejercicios prácticos, así como evaluaciones, cuestionarios y pruebas.
Observar	Se llevó a cabo una observación y evaluación del diseño de la interfaz del ambiente virtual de aprendizaje sobre equipos biomédicos, proporcionando retroalimentación sobre la usabilidad y efectividad potencial de los materiales.
Reflexionar	Durante esta etapa, se llevó a cabo la revisión y ajuste del diseño, basándose en el feedback y los datos recolectados durante la observación. Se procedió a ajustar el contenido, las actividades y la interfaz según las necesidades identificadas.

Discusión

El uso y funcionamiento de equipos biomédicos ha sido un aspecto poco estudiado dentro del campo de la educación médica. Reconociendo este vacío, el presente estudio tuvo como objetivo explorar cómo los estudiantes de medicina aprenden a usar y comprenden el funcionamiento de estos dispositivos. Los resultados revelaron que la integración de diversas pedagogías como enseñanza progresiva, experiencias prácticas, manipulación frecuente de los equipos, observación del funcionamiento de equipos por parte de profesionales y una enseñanza multidisciplinar fortalece este aprendizaje en los estudiantes.

Uno de los hallazgos clave en este estudio fue el proceso de aprendizaje progresivo de los estudiantes de medicina en el manejo de equipos biomédicos. Desde el primer semestre, los participantes inician su interacción con estos dispositivos de manera limitada, observándolos y luego comprendiendo su uso en diagnóstico y tratamiento. En el cuarto semestre, comienzan prácticas en un centro de simulación clínica, aumentando su contacto con los equipos, y en semestres avanzados, los

utilizan en pacientes reales en sus rotaciones clínicas. Este resultado puede ser explicado por teoría en espiral de Bruner, profundizada en la investigación de (Esteban-Guilar, 2009), la cual sugiere que el aprendizaje es un proceso gradual e iterativo, donde los estudiantes adquieren una comprensión más profunda de un tema. Bruner argumenta que los nuevos conceptos deben presentarse gradualmente, de lo simple a lo complejo, para que los estudiantes puedan construir sobre su conocimiento existente.

Otro resultado interesante destaca que aumentar frecuencia en la manipulación de equipos biomédicos, mejora la curva de aprendizaje de los estudiantes en el uso y el funcionamiento de estos equipos. Es relevante considerar que los participantes aún no han realizado su internado, etapa donde se espera una mayor interacción con estos dispositivos. Por tanto, aumentar la frecuencia de manipulación en los primeros años de la carrera podría prepararlos mejor para su internado, garantizando un conocimiento más sólido sobre el correcto uso y funcionamiento de los equipos biomédicos, facilitando así su aplicación práctica durante esta fase. Lo anterior es congruente con la investigación de (Doyle et al., 2017) quienes destacan que la formación en el uso seguro de dispositivos médicos requiere observación de su uso por parte de otros y una práctica constante, y que ante la ausencia de alguna de estas estrategias repercute negativamente en el aprendizaje sobre estos dispositivos. Estas estrategias resultan efectivas para desarrollar habilidades individuales y grupales. Por otro lado, (Carvajal-Rivera et al., 2023) sugieren que exponer a los estudiantes a prácticas experienciales y trabajo colaborativo en equipo con mayor frecuencia facilita una integración sólida del nuevo conocimiento, permitiéndoles aplicarlo en diversos contextos y escenarios clínicos.

Otro hallazgo importante destaca que los estudiantes perciben una desconexión entre la teoría y la práctica, con la teoría enseñada primero y de forma separada de la práctica. La integración simultánea de ambos aspectos en el aprendizaje de equipos biomédicos es fundamental para una que los estudiantes puedan comprender mejor los principios de funcionamiento de los equipos y su aplicación práctica. Al practicar lo aprendido de inmediato, los estudiantes podrían consolidar más fácilmente el conocimiento teórico y desarrollar competencias prácticas esenciales. Este resultado es coherente con la investigación de (Ewertsson et al., 2015) en enfermería, destacando la importancia de enseñar teoría y práctica simultáneamente en dispositivos médicos. La mayoría de los participantes en este estudio expresaron la necesidad de una formación teórico-práctica continuada, aunque menos de la mitad tenían acceso a este tipo de formación. Además, varios participantes informaron incidentes relacionados con habilidades técnicas en productos sanitarios, resaltando la importancia de preparar a los estudiantes para enfrentar desafíos reales con competencia en entornos clínicos. Por su parte, (Muñoz-Agredo et al., 2020) destacan la importancia de que los estudiantes de instrumentación quirúrgica adquieran un conocimiento teórico-práctico de los dispositivos médicos para beneficiar al paciente. Los dispositivos médicos son cruciales tanto en procedimientos médicos como quirúrgicos, lo que requiere que los futuros profesionales en instrumentación quirúrgica desarrollen competencias clínicas, críticas y reflexivas. Este aprendizaje integral les permitirá aplicar sus conocimientos sobre dispositivos médicos en su vida laboral, gestionando el riesgo de eventos adversos derivados de su uso en pacientes quirúrgicos.

Limitaciones

El presente estudio presenta ciertas limitaciones. Aunque contó con un número reducido de participantes, el tamaño de la muestra se consideró apropiado dada la metodología participativa empleada (Guest et al., 2006). No obstante, es importante señalar que este estudio no permite generalizar que todos los programas de pregrado en medicina presenten áreas de mejora en la formación sobre el uso y funcionamiento de equipos biomédicos, debido a la falta de evidencia suficiente. Se trata de una investigación cualitativa basada en entrevistas, grupos focales y observaciones no participantes dirigidas a un grupo específico de estudiantes, y no a la totalidad de los programas de medicina. A pesar de estas limitaciones, el estudio es valioso en tanto que contribuye a llenar un vacío de conocimiento existente al proporcionar información sobre cómo se adquieren competencias sobre el uso correcto y la comprensión del funcionamiento de estos equipos en un contexto particular. Además, se sustenta en opiniones de profesionales en medicina que respaldan los resultados obtenidos a partir de la experiencia con los estudiantes. Asimismo, en cuanto a la metodología de diseño instruccional ADDIE, se logró avanzar únicamente hasta la fase de diseño, por lo que se sugiere que futuras investigaciones aborden las etapas de desarrollo, implementación y evaluación. Se recomienda, además, que investigaciones posteriores examinen otros entornos de simulación en diversas universidades para determinar la transferibilidad de los resultados en el aprendizaje, uso y funcionamiento de equipos biomédicos en otros programas de medicina.

Implicaciones

Los hallazgos de este estudio tienen algunas implicaciones para la educación médica al proporcionar una orientación sobre cómo enseñar el uso y funcionamiento

de los equipos biomédicos. Primero, es necesario que los estudiantes se familiaricen tempranamente con los equipos biomédicos. Esto requiere modificar el enfoque actual de enseñanza a uno más progresivo, que comience desde el primer semestre. Tal cambio implicaría incrementar sistemáticamente las interacciones de los estudiantes con estos equipos a lo largo del currículo.

Segundo, también es crucial replantear cómo los estudiantes interactúan con los equipos biomédicos. No basta con solo presentarles los equipos; es esencial que los estudiantes los utilicen en contextos reales y comprendan tanto su propósito como su funcionamiento. Esto requiere una integración más efectiva de la teoría y la práctica en el currículo. Para lograrlo, es fundamental la colaboración entre profesores, estudiantes, profesionales clínicos y hospitales, asegurando que la enseñanza combine práctica y teoría de manera coherente. Esto no solo podría reducir los costos de reparación y los daños, sino también aumentar la seguridad del paciente.

Tercero, es necesario reconocer y ampliar el rol de los centros de simulación clínica en la enseñanza de los equipos biomédicos en los programas de medicina. Esto implicaría fortalecer las prácticas de los estudiantes en estos centros de formación. La importancia que tiene la integración de los centros de simulación clínica en el currículo de medicina se presenta como una solución para mejorar el aprendizaje sobre el uso adecuado y el funcionamiento de equipos biomédicos. Estos centros ofrecen un entorno controlado y seguro donde los estudiantes pueden practicar con equipos reales en situaciones simuladas, familiarizándose con su manejo sin riesgos para los pacientes. Además, acompañado con una retroalimentación proporcionada por instructores durante estas prácticas puede ayudar a corregir errores y mejorar las habilidades técnicas de los estudiantes.

Por último, los ambientes virtuales de aprendizaje también desempeñan un papel importante en el fortalecimiento de la enseñanza sobre equipos biomédicos. Estos ambientes ofrecen la ventaja de la accesibilidad y la flexibilidad, permitiendo a los estudiantes aprender a su propio ritmo y desde cualquier lugar. Además, los ambientes virtuales pueden simular una amplia gama de escenarios clínicos y ofrecer experiencias interactivas que facilitan la comprensión de los principios subyacentes del funcionamiento de los equipos. Al combinar la teoría con simulaciones prácticas en entornos virtuales de aprendizaje, los estudiantes pueden desarrollar una comprensión profunda y holística de los equipos biomédicos, preparándolos mejor para su futura práctica clínica.

Conclusión

Enseñar progresivamente y aumentar la frecuencia de interacción con equipos biomédicos son estrategias cruciales para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes de medicina sobre cómo usar correctamente estos equipos y de qué manera funcionan. No obstante, a pesar de implementar estrategias pedagógicas variadas en la enseñanza de los equipos biomédicos, los estudiantes podrían experimentar una desconexión entre la teoría y la práctica, obstaculizando el desarrollo de sus competencias para usar estos equipos en contextos clínicos reales.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses.

Bibliografía

Arab-Zozani, M., Imani, A., Doshmangir, L., Dalal, K., & Bahreini, R. (2021). Assessment of medical equipment maintenance management: Proposed checklist using Iranian experience. *BioMedical Engineering OnLine*, 20(1), 49.

<https://doi.org/10.1186/s12938-021-00885-5>

Cant, R. P., & Cooper, S. J. (2017). Use of simulation-based learning in undergraduate nurse education: An umbrella systematic review. *Nurse Education Today*, 49, 63-71. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.11.015>

Carvajal-Rivera, A., Montiel-Gálvez, B., Dieck-Assad, G., & Lara-Prieto, V. (2023). A New Approach to Learning Basic Medical Device Design Through Challenge-Based and Experiential Learning. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 18(4), 393-399.

<https://doi.org/10.1109/RITA.2023.3324088>

Coyne, E., Calleja, P., Forster, E., & Lin, F. (2021). A review of virtual-simulation for assessing healthcare students' clinical competency. *Nurse Education Today*, 96, 104623. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104623>

Creswell, J. W. (2013). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. (4.a ed.). SAGE Publications.

Doyle, P., Gurses, A., & Pronovost, P. (2017). Mastering Medical Devices for Safe Use: Policy, Purchasing, and Training. *American Journal of Medical Quality*, 32(1).

Esteban-Guilar, M. (2009). BRUNER'S PEDAGOGICAL IDEAS: FROM THE "COGNITIVE REVOLUTION" TO THE "CULTURAL REVOLUTION".

Ideas y personajes, 13(44).

Ewertsson, M., Gustafsson, M., Blomberg, K., Holmström, I. K., & Allvin, R. (2015). Use of technical skills and medical devices among new registered nurses: A questionnaire study. *Nurse Education Today*, 35(12), 1169-1174.

<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2015.05.006>

Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How Many Interviews Are Enough?: An Experiment with Data Saturation and Variability. *Field Methods*, 18(1), 59-82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>

Mckernan, J. (2008). *Investigación-acción y curriculum (Tercera)*. Morata.

Mkalaf, K. A. (2016). A study of current maintenance strategies and the reliability of critical medical equipment in hospitals in relation to patient outcomes [University of Wollongong]. <https://ro.uow.edu.au/theses/4676/>

Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement*, 42(5), 34-36. <https://doi.org/10.1002/pfi.4930420508>

Muñoz-Agreto, L. G., Parra-Acosta, Y. S., & Rojaz-Díaz, N. J. (2020). DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UN CURSO VIRTUAL COMO HERRAMIENTA DE CAPACITACIÓN EN DISPOSITIVOS MÉDICOS Y SEGURIDAD DEL PACIENTE DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE INSTRUMENTACIÓN QUIRÚRGICA DE LA UNIVERSIDAD EL BOSQUE. *El Bosque*.

Nyström, S., Dahlberg, J., Hult, H., & Dahlgren, M. A. (2016). Enacting simulation: A sociomaterial perspective on students' interprofessional collaboration.

Journal of Interprofessional Care, 30(4), 441-447.

<https://doi.org/10.3109/13561820.2016.1152234>

Sandín Esteban, M. P. (2011). Investigación cualitativa en educación: Fundamentos y tradiciones. McGraw-Hill España.

Shamayleh, A., Awad, M., & Farhat, J. (2020). IoT Based Predictive Maintenance Management of Medical Equipment. Journal of Medical Systems, 44(4), 72. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-1534-8>

Song, W., Li, J., Li, H., & Ming, X. (2020). Human factors risk assessment: An integrated method for improving safety in clinical use of medical devices. Applied Soft Computing, 86, 105918. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105918>

Stern, G. (2017). Handled witch care? Protecting medical devices from harm. Biomedical Instrumentation & Technology.

Stringer, E. T. (2014). Action Research (4ta ed.). Sage Publications.

Templos Pacheco, L. (2020). Modelo Instruccional ADDIE. Logos Boletín Científico de la Escuela Preparatoria, 7(14).

Zamzam, A. H., Abdul Wahab, A. K., Azizan, M. M., Satapathy, S. C., Lai, K. W., & Hasikin, K. (2021). A Systematic Review of Medical Equipment Reliability Assessment in Improving the Quality of Healthcare Services. Frontiers in Public Health, 9, 753951. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.753951>

Anexo 1 Guía de virtualización - Uso y Funcionamiento de Desfibrilador

Nombre de la asignatura:
Uso correcto y funcionamiento del Desfibrilador
Créditos:
1
Introducción o presentación de la asignatura:
<p>Bienvenidos al curso de uso correcto y funcionamiento del desfibrilador, diseñado para estudiantes de medicina interesados en aprender sobre este equipo vital en situaciones de emergencia médica. En esta asignatura, nos centraremos en todos los aspectos prácticos y técnicos del desfibrilador, desde sus tipos y partes hasta su correcta programación, colocación de accesorios, y soluciones rápidas ante algún problema que se pueda presentar durante su uso.</p> <p>El desfibrilador es un equipo muy importante en la atención médica de emergencia, especialmente en la reanimación de pacientes que sufren de paro cardíaco. Conocer su funcionamiento correcto y saber cómo utilizarlo adecuadamente puede marcar la diferencia entre salvar una vida o no.</p> <p>A lo largo de esta asignatura, exploraremos en detalle los diferentes tipos de desfibriladores, las partes que los componen y sus funciones específicas, así como los accesorios necesarios para su operación segura y eficaz. También aprenderemos sobre la correcta programación de estos equipos según las necesidades del paciente y el entorno clínico.</p> <p>Además, abordaremos la colocación adecuada de los electrodos y otros accesorios del desfibrilador en el paciente, así como las técnicas de limpieza y mantenimiento para garantizar su funcionamiento óptimo y durabilidad.</p> <p>Esta asignatura combinará la teoría y práctica mediante un ambiente virtual de aprendizaje, para brindarles una comprensión completa del uso y funcionamiento del desfibrilador, preparándolos para enfrentar situaciones de emergencia con confianza y habilidad.</p>
Autores:
Ricardo Guerrero
Resultados de aprendizaje
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los diferentes tipos de desfibriladores utilizados en entornos clínicos y hospitalarios, y comprender sus diferencias en términos de tecnología y aplicaciones. 2. Describir las partes y accesorios clave de un desfibrilador y explicar su función en el proceso de desfibrilación. 3. Demostrar el correcto manejo y uso de un desfibrilador, incluyendo la programación de parámetros según las necesidades del paciente y la situación clínica. 4. Aplicar las técnicas adecuadas para la colocación de electrodos y otros accesorios del desfibrilador en el paciente, asegurando una correcta conducción eléctrica. 5. Realizar procedimientos de limpieza y mantenimiento básicos del desfibrilador para garantizar su funcionamiento seguro y eficaz. 6. Evaluar y resolver problemas comunes que pueden surgir durante el uso del desfibrilador, como errores de funcionamiento o interpretación de mensajes de error. 7. Integrar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos para tomar decisiones rápidas y efectivas en situaciones de emergencia que requieran el uso del desfibrilador.

Información por fases

Fase	Contenidos temáticos	Actividades
Fase 1	<p>Introducción al Desfibrilador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción al curso y objetivos de aprendizaje. • Historia y evolución del desfibrilador. • Principios básicos de la desfibrilación y su importancia en la atención médica de emergencia. • Tipos de onda de choque y sus usos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Video introductorio: Breve historia y evolución del desfibrilador. 2. Pódcast: Entrevista con un experto en desfibriladores sobre su importancia en la atención médica de emergencia. 3. Evaluación Kahoot: Preguntas de opción múltiple sobre los principios básicos de la desfibrilación. 4. Foro de discusión: Debate sobre casos reales donde el uso del desfibrilador fue crucial. 5. Infografía interactiva: Diagrama interactivo que muestra cómo funciona un desfibrilador. 6. Simulación virtual: Ejercicio práctico donde los estudiantes simulan el uso de un desfibrilador en una situación de emergencia.
Fase 2	<p>Tipos y Partes del Desfibrilador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de desfibriladores: manuales, automáticos, semiautomáticos. • Partes principales del desfibrilador y su función. • Accesorios del desfibrilador: electrodos, cables, baterías, etc. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Video educativo: Explicación detallada de los diferentes tipos de desfibriladores. 2. Entrevista en video: Conversación con un ingeniero biomédico especialista en mantenimiento de desfibriladores sobre las partes principales y su función. 3. Juego interactivo: Identificar las partes del desfibrilador en un modelo 3D. 4. Estudio de caso: Analizar casos donde se requiere un tipo específico de desfibrilador y justificar la elección. 5. Infografía animada: Animación que muestra cómo se ensambla y desmonta un desfibrilador. 6. Evaluación de arrastre: Arrastrar y soltar los nombres de las partes del desfibrilador en la ubicación correcta en un diagrama.
Fase 3	<p>Uso y Operación del Desfibrilador</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tutorial en video: Paso a paso sobre cómo preparar y usar un desfibrilador. • Simulación virtual avanzada: Escenario interactivo donde los estudiantes deben

	<ul style="list-style-type: none"> • Preparación del desfibrilador antes de su uso. • Programación de parámetros según las necesidades del paciente. • Colocación correcta de los electrodos y otros accesorios en el paciente. • Demostración práctica del uso del desfibrilador en el AVA. 	<p>programar un desfibrilador para diferentes situaciones clínicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Role-playing: Actuar situaciones de emergencia donde se requiere el uso de un desfibrilador. • Evaluación de habilidades: Grabación de un video demostrando el uso correcto del desfibrilador en un maniquí. • Webinar en vivo: Demostración en vivo de un desfibrilador y sesión de preguntas y respuestas. • Estudio de caso interactivo: Resolver casos prácticos donde se debe decidir el momento y la forma adecuada de usar el desfibrilador.
Fase 4	<p>Mantenimiento y Seguridad del Desfibrilador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procedimientos de limpieza y desinfección del desfibrilador. • Guía rápida de soluciones de errores y mantenimiento básico. • Seguridad en el uso del desfibrilador: prevención de accidentes y errores comunes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Videotutorial: Demostración práctica de cómo realizar la limpieza y mantenimiento del desfibrilador. 2. Infografía interactiva: Pasos detallados para el mantenimiento preventivo y correctivo del desfibrilador. 3. Kahoot de seguridad: Preguntas sobre medidas de seguridad al usar un desfibrilador. 4. Foro de discusión: Compartir experiencias sobre incidentes de seguridad relacionados con el desfibrilador. 5. Juego de memoria: Recordar y emparejar las medidas de seguridad con su descripción correcta. 6. Simulador de errores: Identificar y corregir errores comunes en el uso y mantenimiento del desfibrilador.
Fase 5	<p>Evaluación teórica y práctica del conocimiento adquirido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resolución de casos prácticos relacionados con el uso del desfibrilador. • Retroalimentación y conclusiones finales del curso. 	