

Uso correcto y funcionamiento de equipos biomédicos en la enseñanza médica mediante simulación clínica: una investigación-acción.

Proper Use and Functioning of Biomedical Equipment in Medical Education through Clinical Simulation: An Action Research Study.

Ricardo Guerrero ^{1*}

¹ Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia. inge.ricardoguerrero@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-2555-848X>

Recibido: 12/12/25; Aceptado: 27/1/26; Publicado: 29/1/26

Resumen.

Esta investigación indaga cómo los estudiantes de medicina aprenden el uso y funcionamiento de equipos biomédicos en los cursos de simulación clínica, empleando un diseño de investigación-acción. Para la selección de participantes se utilizó un muestreo intencional y opinático, lo que permitió recoger experiencias diversas vinculadas con el fenómeno analizado. La información se obtuvo a partir de dos observaciones no participantes, dos grupos focales, doce entrevistas semiestructuradas, dos notas de campo y un diario de investigación donde se consignaron reflexiones, percepciones y emociones del proceso. El análisis temático de los materiales transcritos evidenció que la combinación de pedagogías progresivas, prácticas directas, manipulación constante de los equipos, observación de profesionales en su uso y la enseñanza desde enfoques multidisciplinares favorece el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, también se identificaron limitaciones, en particular la persistente separación entre la teoría y la práctica, que dificulta la consolidación de competencias aplicables en escenarios clínicos reales. En consecuencia, se plantea que la educación médica debería avanzar hacia estrategias que incrementen la interacción con los equipos desde etapas tempranas, al tiempo que fortalezcan la integración entre conocimiento conceptual y experiencia práctica.

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

Abstract.

This investigation explores how medical students learn to use and understand the functioning of biomedical equipment in clinical simulation courses, employing an action research design. Participants were selected through purposive and opinion-based sampling, which enabled the inclusion of diverse experiences related to the phenomenon under analysis. Data were collected through two non-participant observations, two focus groups, twelve semi-structured interviews, two field notes, and a research journal that documented reflections, perceptions, and emotions throughout the process. Thematic analysis of the transcribed materials revealed that the combination of progressive pedagogies, hands-on practice, frequent equipment handling, observation of professional use, and multidisciplinary teaching approaches enhances students' learning. Nevertheless, certain limitations were identified, particularly the persistent gap between theory and practice, which hinders the consolidation of competencies applicable in real clinical settings. Consequently, the study suggests that medical education should adopt strategies that

increase interaction with biomedical equipment from early stages while simultaneously strengthening the integration between conceptual knowledge and practical experience.

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

1. Introducción

En el ámbito contemporáneo de la práctica médica, la utilización de equipos biomédicos constituye un elemento indispensable para garantizar la atención clínica en hospitales y centros de salud. Sin embargo, se ha identificado una problemática relevante: los daños recurrentes en estos dispositivos, atribuibles en buena medida a la carencia de competencias en su manejo adecuado y al desconocimiento de su funcionamiento por parte de profesionales del área médica. Esta situación no solo implica elevados costos financieros para las instituciones en labores de reparación y mantenimiento (1), sino que además afecta la calidad del servicio asistencial (2) y compromete la seguridad de los pacientes (3). El panorama evidencia una limitación persistente en los programas formativos de medicina, los cuales han prestado escasa atención al desarrollo de habilidades orientadas al uso seguro y a la comprensión técnica de los equipos biomédicos, lo que acentúa la necesidad de replantear su incorporación en los planes de estudio.

El uso inapropiado de los equipos biomédicos por parte del personal sanitario se ha identificado como una de las principales fuentes de incidentes en los entornos hospitalario (4). Esta situación no solo repercute en la seguridad de los pacientes, sino que también incrementa de manera considerable los costos asociados al mantenimiento correctivo, llegando incluso a superar los gastos de adquisición de dichos equipos (5). A pesar de que los avances tecnológicos han transformado la práctica clínica y contribuido a optimizar la calidad de la atención, el acelerado incremento en la producción y disponibilidad de tecnología biomédica plantea el desafío de establecer políticas de gestión y mantenimiento más eficaces en instituciones de salud, con el propósito de garantizar su funcionamiento, prolongar la vida útil de los equipos y contener los costos operativos (6). En este contexto, la formación continua de los profesionales en el manejo correcto de estos equipos se presenta como un elemento muy importante, pues permite responder a la dinámica de la innovación tecnológica y constituye un requisito indispensable para asegurar estándares elevados de seguridad y calidad en la atención médica.

Diferentes investigaciones han recurrido a instrumentos pedagógicos como la simulación clínica (7) y los entornos virtuales de formación (8) con el objetivo de fortalecer en los estudiantes de medicina el desarrollo de competencias profesionales. Sin embargo, estos métodos han profundizado en la enseñanza de destrezas clínicas, dejando atrás, la apropiación de saberes vinculados con el uso adecuado y la funcionalidad de los equipos biomédicos. Asimismo, se observa en la producción académica un vacío en el conocimiento, que dé a conocer estrategias efectivas para instruir en este ámbito particular. Este vacío evidencia la urgencia de promover una revisión crítica y de impulsar propuestas educativas innovadoras que garanticen en los futuros médicos un manejo competente de tecnologías que son relevantes para la práctica asistencial, lo que enfatiza la necesidad de indagar y diseñar enfoques didácticos capaces de responder con eficacia a este desafío formativo. Si bien la literatura reconoce la importancia de la simulación clínica y de la investigación-acción como enfoques pedagógicos efectivos en la educación médica, la mayoría de los estudios se han centrado en el desarrollo de habilidades clínicas y la toma de decisiones médicas, dejando en un segundo plano el análisis del aprendizaje relacionado con el uso correcto y el funcionamiento de los equipos biomédicos. En particular, existe escasa evidencia que explore cómo los estudiantes de medicina comprenden y aprenden a interactuar con estos equipos dentro de escenarios de simulación clínica, así como la manera en que dichas experiencias contribuyen a reducir la brecha entre la teoría y la práctica. Este vacío de conocimiento limita la formulación de

estrategias pedagógicas específicas orientadas a fortalecer competencias en el manejo seguro y adecuado de equipos biomédicos desde la formación médica inicial.

En este contexto, la presente investigación se plantea la siguiente pregunta: ¿cómo aprenden los estudiantes de medicina el uso correcto y el funcionamiento de los equipos biomédicos en escenarios de simulación clínica, desde un enfoque de investigación-acción? El objetivo general fue analizar cómo aprenden los estudiantes de medicina el uso correcto y el funcionamiento de los equipos biomédicos en escenarios de simulación clínica, desde un enfoque de investigación-acción. Y los objetivos específicos fueron describir las estrategias pedagógicas empleadas en la enseñanza del uso y funcionamiento de equipos biomédicos en escenarios de simulación clínica, explorar las percepciones y experiencias de los estudiantes de medicina respecto a su aprendizaje en el uso de equipos biomédicos durante las sesiones de simulación, identificar los desafíos y oportunidades que emergen en el proceso de enseñanza-aprendizaje del uso de equipos biomédicos en contextos simulados y reflexionar sobre las implicaciones de estos hallazgos para la educación médica y la mejora de las prácticas docentes en simulación clínica.

2. Métodos

2.1 Diseño de la investigación

La investigación-acción, concebida en sus principios por Stenhouse y retomada por (9), se da a conocer como un procedimiento académico de carácter sistemático, continuo y autorregulado, sustentado en la crítica abierta y en la verificación empírica. En este marco, se enfatiza la importancia de recopilar y examinar información, acompañada de una reflexión argumentada y de un intercambio crítico de perspectivas, con el fin de atender situaciones consideradas problemáticas dentro de un contexto específico. A través de un proceso metódico, exigente y con un fuerte componente de autocritica, este enfoque no solo persigue ampliar la comprensión de los fenómenos estudiados en su dimensión, sino también favorecer transformaciones sustanciales en el entorno en el que se aplica.

2.2 Contexto y participantes

Las actividades prácticas se desarrollaron en el Centro de Simulación de una Universidad Privada de Bogotá - Colombia. En este escenario participaron estudiantes de Medicina pertenecientes a cuarto y noveno semestre, quienes se encontraban cursando sus rotaciones en los programas de simulación clínica, bajo la orientación de una profesora instructora adscrita al centro. En el marco de esta investigación en un entorno simulado, se llevaron a cabo tres observaciones no participantes durante actividades académicas relacionadas con el programa de medicina y el uso de dispositivos biomédicos, cada una con una duración cercana a dos horas e integradas por cinco o seis estudiantes junto con un profesor. Complementariamente, se desarrolló un grupo focal de veinte minutos con cinco estudiantes y se efectuaron cinco entrevistas semiestructuradas individuales —dos a estudiantes y tres a profesores—, con una extensión promedio de quince a veinte minutos. Los datos fueron obtenidos en el mismo centro de simulación y la muestra totalizó diecinueve participantes, distribuidos entre dieciséis estudiantes de cuarto y noveno semestre y tres profesores vinculados al centro.

2.3 Fases de la investigación

Se desarrollaron los cuatro ciclos propios de la investigación-acción, concebidos de manera planificada y estructurada: primero, la planificación, centrada en la identificación del problema; segundo, la acción, vinculada al diseño del plan; tercero, la observación, que incluyó su aplicación y análisis; y cuarto, la reflexión, entendida como proceso de retroalimentación (10). De forma complementaria, y en correspondencia con estas fases, se aplicó la metodología ADDIE, compuesta por cinco etapas: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación (11). La relación entre

ambos enfoques se representa en la figura 1, donde se evidencian sus principales correspondencias y puntos de integración. Se optó por emplear la metodología ADDIE, restringiendo su aplicación hasta la fase de diseño. Esta delimitación responde a la necesidad de concentrar mayores esfuerzos en las etapas posteriores de desarrollo, implementación y valoración, cuya complejidad demanda una inversión sustancial de tiempo y recursos. En consonancia con un enfoque de investigación-acción, se llevaron a cabo dos ciclos de trabajo, correspondientes de manera específica a las fases de análisis y diseño contempladas en la metodología adoptada.



Figura 1. Título de la Interacción entre las fases de la investigación acción y el modelo ADDIE. Espiral cíclica de la Investigación-acción. Fuente: Adaptación de Latorre (2003).

2.4 Instrumentos de recolección de información.

Los instrumentos de recogida de datos (rúbricas, cuestionarios y registros de observación) fueron diseñados específicamente para el contexto del estudio, en coherencia con los objetivos de investigación y el enfoque de investigación-acción. Su construcción se fundamentó en la literatura sobre simulación clínica, educación médica y uso de equipos biomédicos, lo que permitió garantizar la validez de contenido mediante la alineación teórica entre los instrumentos y los constructos abordados. Dado el carácter cualitativo del estudio, el rigor metodológico se aseguró a través de criterios propios de este enfoque, tales como la triangulación de fuentes e instrumentos, la coherencia interna de los datos, la consistencia interpretativa y la reflexividad del investigador. Asimismo, la convergencia de información proveniente de diferentes instrumentos permitió fortalecer la credibilidad de los hallazgos, más que la aplicación de métricas psicométricas tradicionales propias de diseños cuantitativos.

2.5 Análisis de la información

El estudio combinó un análisis cualitativo y cuantitativo de carácter complementario. El análisis cualitativo se realizó mediante análisis temático, apoyado en el software Quirkos, orientado a la codificación, categorización y análisis de patrones de significado emergentes a partir de los materiales narrativos generados durante las sesiones de simulación clínica. La consistencia de los hallazgos se fortaleció mediante la triangulación de fuentes e instrumentos, incluyendo cuestionarios, rúbricas y registros de observación. De manera complementaria, el análisis cuantitativo se limitó a estadísticas descriptivas (frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central), con un propósito exploratorio; en consecuencia, las variaciones observadas se interpretan como tendencias descriptivas que apoyan el análisis cualitativo, sin pretensión de inferencia estadística.

2.6 Consideraciones Éticas

Este estudio contó con la aprobación institucional correspondiente, tras la evaluación técnica realizada por el Comité de Investigación el 8 de noviembre de 2023. Asimismo, fue avalado por el Comité de Ética mediante el acta DV0005-2517-CV1814, emitida el 15 de enero de 2024, garantizando el cumplimiento de los principios éticos aplicables a la investigación en educación en salud.

3. Resultados

3.1 Fase analizar.

En la fase de análisis del modelo ADDIE, desarrollada mediante un ciclo de investigación–acción, se identificaron las principales necesidades del contexto, cuyos resultados se presentan en la tabla 1. A partir del análisis de la información realizado mediante el software Quirkos, fue posible agrupar y organizar los datos obtenidos de acuerdo con las herramientas de recolección de información previamente descritas. Esta agrupación se puede verificar en la figura 2.

Tabla 1. Ciclo de investigación–acción en fase de Analizar.

CICLO	ACTIVIDAD
Planificar	Se definió como población a estudiantes de medicina y se diseñaron instrumentos para caracterizar sus necesidades formativas.
Actuar	Se aplicaron dichas herramientas y se complementaron con registros reflexivos en notas de campo.
Observar	Se realizaron observaciones no participantes en el centro de simulación para identificar dificultades en la enseñanza-aprendizaje de equipos biomédicos.
Reflexionar	Se evidenció la coexistencia de diversas metodologías con distinta eficacia, así como variaciones en la actitud y desempeño estudiantil, lo que permitió contrastar estrategias pedagógicas.

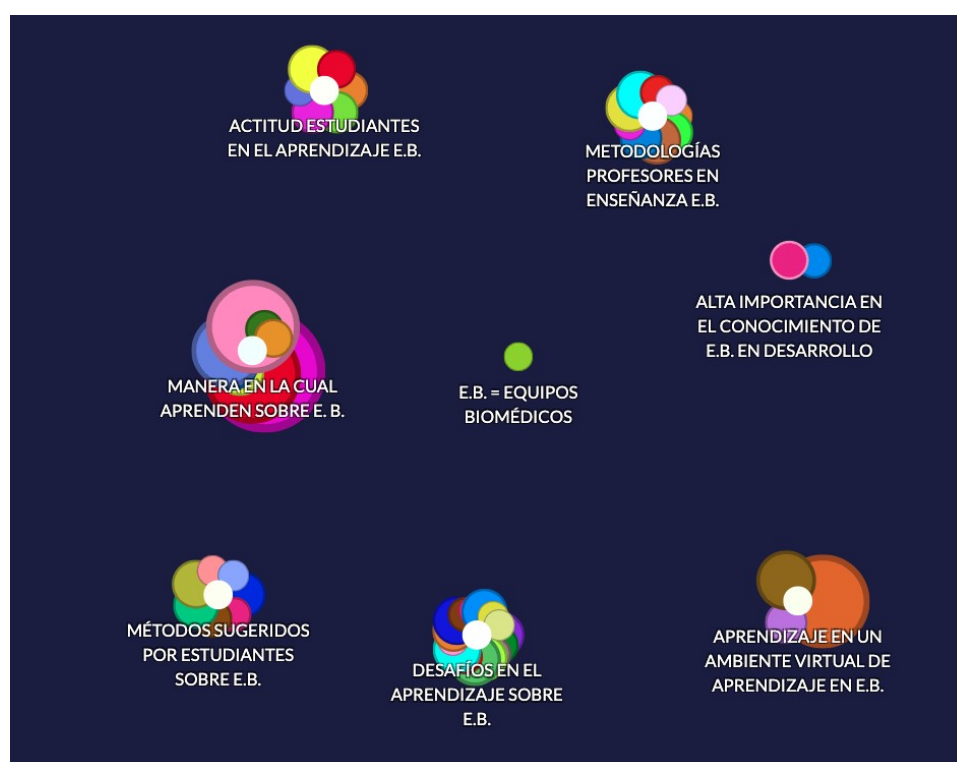


Figura 2. Agrupación de la información mediante software Quirkos.

A partir del estudio de la información, se distinguieron tres núcleos temáticos, cuya síntesis se expone en la figura 3.

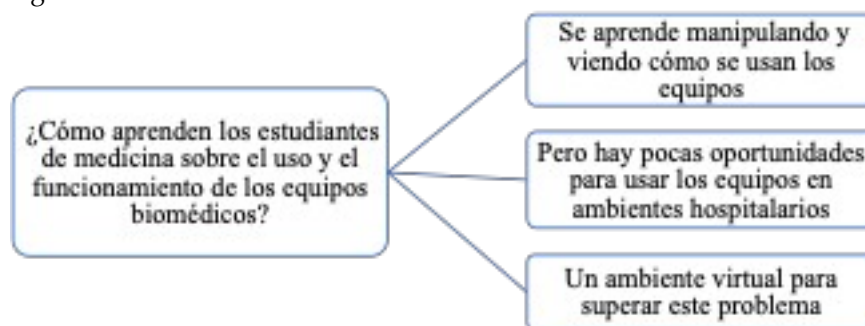


Figura 3. Temas principales del análisis de los datos

3.1.1 *Se aprende manipulando y viendo cómo se usan los equipos*

En el ámbito de la enseñanza de equipos biomédicos, el análisis permitió identificar tres dimensiones centrales: primero, **las estrategias pedagógicas empleadas por los profesores**; segundo, **las formas de apropiación del conocimiento por parte de los estudiantes**; y tercero, **las disposiciones actitudinales que manifiestan durante su proceso formativo**, las cuales configuran un panorama integral del aprendizaje en este campo especializado.

3.1.2 *Estrategias pedagógicas empleadas por los profesores*

Se observó que los profesores emplearon recursos pedagógicos diversos, que oscilaron entre la explicación inicial del manejo técnico y la implementación de ejercicios prácticos, ya sea mediante simuladores de alta fidelidad o con la participación de estudiantes en rol de pacientes. En primer lugar, los profesores ofrecieron una caracterización detallada del equipo, abordando su funcionamiento, estructura y aplicaciones clínicas, lo que permitió establecer un marco inicial de comprensión. Posteriormente, indagaron los saberes previos mediante preguntas abiertas, con el fin de ajustar la enseñanza a las necesidades formativas detectadas y responder a los vacíos de conocimiento identificados. Posteriormente, se orientó a los estudiantes en la correcta conexión y manipulación de los accesorios del equipo biomédico, aspecto considerado fundamental para su uso seguro en escenarios clínicos. Asimismo, se abordaron los fundamentos físicos que sustentan su funcionamiento, favoreciendo la comprensión de su aplicabilidad en la práctica médica. De igual manera, se destacó la observancia de medidas de bioseguridad, como la utilización de guantes y demás elementos de protección, a fin de minimizar riesgos de contagio y salvaguardar tanto al personal de salud como a los pacientes. El profesor incorporó la simulación de procedimientos clínicos con el fin de favorecer el aprendizaje en un entorno controlado; en esta experiencia, un estudiante representó al paciente mientras se realizaban pruebas y mediciones con un transductor. Al inicio, la manipulación del equipo estuvo a cargo exclusivo del profesor, pero progresivamente se transfirió a los estudiantes, promoviendo así su participación y el desarrollo de competencias técnicas. También se realizó una comparación entre imágenes clínicas reales y aquellas obtenidas mediante un ecógrafo aplicado a un paciente simulado, con el fin de facilitar a los estudiantes la comprensión de su valor diagnóstico y su pertinencia en la práctica profesional. Esta estrategia metodológica permitió al aprendiz identificar el órgano en el simulador, tomando como referencia la proyección de la imagen en el videobeam, integrando así el conocimiento teórico con la experiencia práctica.

3.1.3 *Formas de apropiación del conocimiento por parte de los estudiantes*

En el proceso formativo, los estudiantes manifestaron haber utilizado múltiples estrategias para adquirir conocimientos sobre los equipos biomédicos; su primer acercamiento se remonta al inicio de la carrera, mientras que en el cuarto semestre se intensifica mediante las prácticas en el

centro de simulación clínica, experiencia que se consolida y prolonga de manera sostenida en los periodos académicos posteriores. Entre las metodologías usadas, se dieron a conocer diversas estrategias de aprendizaje práctico y teórico, que incluyeron la manipulación sistemática de equipos y accesorios, la aplicación de pruebas en pacientes reales o simulados y la incorporación de recursos didácticos como videos instructivos y literatura científica; adicionalmente, se complementó el proceso con la documentación visual (fotografías y grabaciones) y la elaboración de apuntes, lo cual favoreció tanto la comprensión conceptual como la consolidación de los conocimientos adquiridos.

Los estudiantes señalaron que su conocimiento respecto al uso de equipos biomédicos se configuró como un proceso progresivo y multifacético. Inicialmente, tuvieron un primer acercamiento en el ámbito académico a través de clases magistrales que les permitieron identificar y reconocer físicamente los dispositivos, como en el caso del ecógrafo. Posteriormente, la reiteración de interacciones con este equipo en diferentes contextos favoreció la apropiación de conocimientos prácticos, evidenciando que la frecuencia de contacto incide en el nivel de comprensión y dominio. Finalmente, la observación del quehacer de profesionales en escenarios reales se consolidó como una estrategia complementaria y eficaz, al facilitar la adquisición de habilidades para el uso correcto y seguro de la tecnología biomédica. Durante las rotaciones hospitalarias, los estudiantes tuvieron un primer acercamiento a equipos biomédicos ampliamente utilizados en servicios clínicos como urgencias, ginecología, consulta externa y cuidados intensivos. Dicho contacto, complementado en escenarios de simulación, incluyó equipos como el doppler fetal, el monitor de signos vitales, el ventilador mecánico, el tensiómetro y el desfibrilador, entre otros. Esta experiencia temprana resultó decisiva para su proceso formativo, pues les brindó la posibilidad de adquirir destrezas prácticas mediante la manipulación directa y la observación del uso profesional, constituyendo un fundamento esencial para la comprensión y apropiación progresiva de tecnologías biomédicas más complejas. La integración de la simulación clínica emerge como una estrategia pedagógica que posibilita la transferencia de conocimientos teóricos hacia situaciones aplicadas, favoreciendo el desarrollo de competencias profesionales en un entorno controlado y sin riesgo para el paciente.

3.1.4 Disposiciones actitudinales que manifiestan durante su proceso formativo

En las observaciones no participantes, se identificó que las disposiciones de los estudiantes frente al uso de equipos biomédicos no fueron homogéneas, pues mostraron variaciones asociadas al horario de las prácticas. Así, en la sesión inicial realizada entre las 08:00 y las 10:00 horas, se registró una mayor disposición colaborativa, reflejada en la asunción voluntaria de roles de pacientes, con el fin de facilitar la ejercitación de destrezas clínicas por parte de sus compañeros. En contraste con actitudes menos participativas, algunos estudiantes evidenciaron una atención sostenida hacia la exposición del profesor quien simultáneamente explicaba el procedimiento, manipulaba el transductor y efectuaba mediciones en el paciente simulado; esta respuesta revela un marcado compromiso cognitivo y un genuino interés por la práctica formativa. En el desarrollo de la práctica se observó una transformación progresiva en la disposición de los estudiantes hacia la manipulación de equipos biomédicos, pasando de una participación limitada a una intervención más activa. Dicho cambio se produjo tras la recepción de explicaciones detalladas, la observación de correcciones efectuadas por el profesor y la resolución de inquietudes, lo cual favoreció el fortalecimiento de la confianza y la apropiación de habilidades prácticas. Esta dinámica evidenció, además, un elevado compromiso por parte de los participantes, quienes permanecieron atentos y cercanos a los dispositivos, mostrando una actitud receptiva ante las novedades surgidas durante la sesión. Durante la segunda sesión (10:00 a.m.–12:00 p.m.), se evidenció una reducción significativa en el interés de los estudiantes, reflejada tanto en la baja precisión de sus respuestas a preguntas previamente tratadas como en múltiples fallos al manipular el equipo, lo que sugiere un impacto negativo en la comprensión del contenido expuesto.

3.1.5 Pero hay pocas oportunidades para usar los equipos en ambientes hospitalarios

En esta temática se abordan los desafíos del aprendizaje de equipos biomédicos en estudiantes de medicina, identificando una brecha entre la formación recibida y las demandas prácticas. En este marco, se destacan dos ejes centrales: los retos de aprendizaje y las estrategias sugeridas por los propios estudiantes para superarlos.

3.1.5.1 Retos de aprendizaje

Los estudiantes de noveno semestre manifestaron que la posibilidad de interactuar con equipos biomédicos en contextos hospitalarios resulta escasa, lo cual restringe su experiencia formativa y, en consecuencia, puede derivar en una preparación deficiente para afrontar con solvencia las exigencias prácticas de las rotaciones clínicas. En la percepción estudiantil se identifican limitaciones en la adecuada disposición de accesorios clínicos, como electrodos de electrocardiografía u oxímetros de pulso, situación que lleva a registros poco fiables y posibles errores en la interpretación diagnóstica. Esta dificultad pone de manifiesto una brecha persistente entre la instrucción teórica y la experiencia práctica en el manejo de equipos biomédicos, en la cual el énfasis en el componente conceptual antecede a la aplicación instrumental, lo que restringe tanto la comprensión operativa de los equipos como la transferencia inmediata de los saberes adquiridos. Durante las observaciones no participantes se constató una desigualdad en la interacción de los estudiantes con los equipos biomédicos, evidenciándose que solo algunos accedían de manera efectiva al uso de los dispositivos. Esta asimetría fue particularmente notoria en el manejo del ecógrafo, ya que, en un intervalo de cinco minutos, únicamente una estudiante logró manipular el transductor y ejecutar la prueba en el paciente. La ausencia recurrente a las clases, junto con la falta de concentración durante las sesiones, se reconoce como un factor limitante del aprendizaje, pues estas conductas restringen la apropiación de *contenidos* y aumentan el riesgo de omitir información fundamental para la formación académica. Las observaciones evidenciaron que la fatiga física y mental, presente en estudiantes y profesores, incidió negativamente en la dinámica pedagógica, pues las sesiones extensas generaron un cansancio manifiesto que redujo la concentración estudiantil y limitó la eficacia en la conducción de las prácticas por parte del profesorado. Por último, los estudiantes manifestaron que algunas de las metodologías empleadas por los profesores en la enseñanza de equipos biomédicos carecen de claridad, dado que priorizan la explicación de procesos fisiológicos del paciente antes que la instrucción sobre el manejo correcto de dichos dispositivos.

3.1.5.2 Estrategias sugeridas por los propios estudiantes para superarlos

En el ámbito formativo en la medicina, los estudiantes reconocen la necesidad de optimizar las estrategias de aprendizaje vinculadas al uso de equipos biomédicos; en este sentido, señalan que la interacción práctica constituye un recurso de especial valor, pues la manipulación directa de los equipos no solo facilita la familiarización con sus componentes y accesorios, sino que además favorece una comprensión más profunda de sus principios de funcionamiento. En la formación médica, la orientación del profesor resulta decisiva, pues al ofrecer explicaciones precisas sobre el manejo, la manipulación y el cuidado de los equipos, no solo favorece su uso adecuado, sino que también se fortalece la comprensión de sus principios de funcionamiento. De igual manera, los estudiantes destacan la relevancia de una exposición temprana a estos equipos, ya que dicha aproximación anticipada posibilita explorar sus características técnicas y adquirir familiaridad antes de enfrentarse a escenarios clínicos reales. Esta preparación se complementa con la lectura previa de literatura especializada, práctica que optimiza la asimilación de conocimientos y enriquece la experiencia tanto en las clases prácticas como en las rotaciones hospitalarias. Resulta pertinente destacar la necesidad de atender aspectos operativos específicos —como el encendido, las conexiones, la limpieza y la resolución inmediata de fallas—, ya que estos no solo favorecen una comprensión más integral del funcionamiento de los equipos, sino que también optimizan su uso

práctico en contextos profesionales. Los estudiantes valoraron positivamente la incorporación de estrategias pedagógicas dinámicas, en particular actividades lúdicas como juegos interactivos vinculados con equipos biomédicos, las cuales no solo generaron un ambiente participativo, sino que además favorecieron la comprensión y consolidación de los conceptos abordados. La inclusión de material audiovisual auténtico que ilustra el manejo adecuado de los equipos biomédicos ha sido reconocida como un recurso valioso, en tanto ofrece una práctica simulada que facilita la transferencia de competencias hacia contextos clínicos reales. La propuesta estudiantil enfatiza la necesidad de incorporar una formación multidisciplinaria que integre la experiencia de profesionales especializados, particularmente ingenieros biomédicos, con el fin de enriquecer la enseñanza y proporcionar una comprensión práctica y profunda de los equipos que serán determinantes en su ejercicio profesional.

3.1.6 Un ambiente virtual para superar este problema

Esta investigación-acción se orientó a fortalecer la formación en el uso y funcionamiento de equipos biomédicos mediante la creación de un entorno virtual de aprendizaje. Si bien los estudiantes habían tenido contacto previo con plataformas como Moodle, E-Programas, E-Anatomy o I-MAIOS, manifestaron que estas resultaban poco intuitivas y alejadas de la práctica clínica, lo cual limitaba su impacto en el aprendizaje. Ante esta carencia, la propuesta de un entorno específico sobre equipos biomédicos fue valorada positivamente como un complemento formativo de fácil acceso, útil para integrar contenidos teórico-prácticos, sin pretender sustituir la experiencia presencial, sino enriquecerla en espacios intermedios de estudio. Los estudiantes plantearon que la incorporación de videos en entornos virtuales de aprendizaje representa una estrategia eficaz para fortalecer la formación en el manejo de equipos biomédicos, dado que estos recursos posibilitan una representación visual precisa de procedimientos y conceptos complejos, lo cual favorece la comprensión. Asimismo, su carácter flexible y accesible facilita el estudio autónomo en distintos momentos y espacios, mientras que la interacción y el estímulo multisensorial que ofrecen potencian tanto la asimilación como la retención del conocimiento. Los estudiantes señalaron la necesidad de que los entornos virtuales de aprendizaje orientados a equipos biomédicos sean diseñados con un carácter didáctico, incorporando recursos lúdicos que fomenten la motivación y el compromiso estudiantil. Dichos recursos, al asociar los contenidos con experiencias positivas, contribuyen tanto a la retención del conocimiento como a la participación activa mediante la interacción. Asimismo, destacaron la relevancia de incluir materiales multimedia y simulaciones que reproduzcan escenarios clínicos auténticos, lo cual facilitaría la comprensión del uso de los equipos en contextos de atención sanitaria sin requerir la presencia física en hospitales o clínicas.

3.2 Fase diseñar

La tabla 2 expone los hallazgos obtenidos en esta investigación, desarrollada mediante la aplicación de la metodología ADDIE en su etapa de diseño y complementada con un ciclo de investigación-acción orientado al análisis de un entorno virtual de formación en equipos biomédicos.

4. Discusión

El uso y comprensión de los equipos biomédicos continúa siendo un ámbito poco explorado dentro de la formación médica, pese a su relevancia para la práctica clínica. En este contexto, la presente investigación se propuso analizar cómo los estudiantes de medicina aprenden el uso y funcionamiento de estos equipos a lo largo de su proceso formativo. Los hallazgos sugieren que la combinación de estrategias pedagógicas —como la enseñanza progresiva, la práctica experimental, la manipulación directa, la observación de profesionales y el trabajo multidisciplinar— favorece la comprensión gradual de los equipos biomédicos en escenarios de simulación clínica. El análisis cualitativo permitió identificar un aprendizaje progresivo, que evoluciona desde una aproximación inicial centrada en la observación y comprensión funcional, hacia una mayor interacción práctica en

etapas posteriores de la formación. Este proceso resulta coherente con la teoría del aprendizaje en espiral de Bruner (12), según la cual el conocimiento se construye de manera acumulativa, integrando progresivamente nuevos niveles de complejidad. Asimismo, la exposición recurrente a la manipulación de equipos biomédicos emerge como un elemento relevante en la consolidación del aprendizaje, incluso en etapas tempranas de la carrera, lo que coincide con estudios que destacan la necesidad de combinar observación y entrenamiento sistemático en la enseñanza de dispositivos médicos (13).

Tabla 2. Ciclo de investigación-acción en fase de Diseñar.

CICLO	ACTIVIDAD
Planificar	En esta etapa se establecieron los resultados de aprendizaje del entorno virtual, tomando como base el análisis previo; a partir de ello se eligieron los recursos técnicos y conceptuales, se delimitaron los temas y subtemas pertinentes y, finalmente, se configuró la estructura del curso, organizada en módulos con una secuencia didáctica coherente.
Actuar	Se exponen las tablas de diseño del entorno virtual de aprendizaje, en las cuales se consolidan los materiales pedagógicos desarrollados, como videos, presentaciones, lecturas y diversos recursos digitales; además, se estructuraron actividades interactivas, ejercicios aplicados y mecanismos de evaluación mediante cuestionarios y pruebas.
Observar	Se realizó una revisión crítica del diseño de la interfaz del entorno virtual de aprendizaje sobre equipos biomédicos, con el propósito de describir su estructura, valorar su funcionalidad y ofrecer recomendaciones que favorezcan tanto la usabilidad como la eficacia formativa de los recursos disponibles.
Reflexionar	En esta fase se efectuó la revisión integral del diseño, fundamentada en las observaciones y en la retroalimentación obtenida, lo que permitió realizar ajustes en los contenidos, las actividades y la interfaz, con el fin de responder de manera precisa a las necesidades detectadas.

Otro hallazgo relevante es la percepción, por parte de los estudiantes, de una brecha entre la teoría y la práctica cuando estos componentes se abordan de manera aislada. La integración simultánea de ambos durante las sesiones de simulación clínica se perfila como un factor que favorece la comprensión de los principios de funcionamiento y su aplicación en contextos clínicos, en consonancia con investigaciones previas en áreas como enfermería e instrumentación quirúrgica, que subrayan el valor de un enfoque pedagógico teórico-práctico continuo para el fortalecimiento de competencias clínicas y la gestión de riesgos asociados al uso de dispositivos médicos (14-15).

Los resultados cuantitativos del estudio cumplen un rol descriptivo y complementario al análisis cualitativo, permitiendo una comprensión más integral del proceso formativo, sin pretensión de demostrar efectos estadísticamente significativos. En este sentido, las tendencias observadas deben interpretarse con cautela y no como evidencias causales o generalizables de mejora en el uso correcto o la seguridad de los equipos biomédicos. Entre las principales limitaciones del estudio se identifican el posible sesgo de deseabilidad social en las respuestas de los estudiantes, la ausencia de un grupo control y el efecto novedad asociado a la implementación de la simulación clínica. Estas amenazas a la validez interna refuerzan la necesidad de interpretar los hallazgos desde una perspectiva prudente y contextualizada, y abren la posibilidad de futuros estudios con diseños comparativos o longitudinales que profundicen en el análisis del aprendizaje del uso de equipos biomédicos en la formación médica.

Implicaciones para la educación médica

Aunque el presente estudio se desarrolló en un contexto institucional específico, su aporte trasciende la descripción de una experiencia local. Desde un enfoque de investigación-acción, los hallazgos permiten identificar principios pedagógicos relevantes para la enseñanza del uso y funcionamiento de equipos biomédicos en la educación médica, tales como la importancia de la manipulación directa de los equipos, la integración simultánea de teoría y práctica, el acompañamiento docente durante la simulación clínica y la incorporación de enfoques multidisciplinares. Estos elementos no dependen exclusivamente del contexto estudiado, sino que pueden ser adaptados y transferidos a otros programas de formación médica que cuenten con escenarios de simulación clínica o entornos formativos similares.

Limitaciones

Este estudio presenta algunas limitaciones. Al tratarse de una investigación cualitativa de investigación-acción desarrollada en un contexto específico de simulación clínica y con un número reducido de participantes, los resultados no son generalizables a la totalidad de los programas de medicina. Asimismo, no se incorporaron métricas de aprendizaje ni resultados cuantitativos para evaluar la efectividad de las estrategias propuestas, dado el enfoque metodológico adoptado. En este sentido, se sugiere que futuras investigaciones incluyan diseños cuantitativos o mixtos, así como la exploración de otros entornos de simulación, con el fin de evaluar el impacto de estas estrategias y analizar la transferibilidad de los hallazgos.

5. Conclusiones

- La incorporación gradual de los equipos biomédicos en la formación médica, acompañada de una interacción frecuente con ellos, constituye una estrategia relevante para consolidar el aprendizaje sobre su funcionamiento y uso adecuado.
- Sin embargo, aun cuando se apliquen enfoques pedagógicos diversos, persiste el riesgo de que los estudiantes enfrenten una brecha entre el conocimiento teórico y su aplicación práctica, lo que limita el fortalecimiento de las competencias necesarias para desempeñarse eficazmente en escenarios clínicos reales.

Financiación: No ha habido financiación.

Declaración de conflicto de interés: El autor declara no tener ningún conflicto de interés.

6. Referencias.

1. Stern G. Handled with care? Protecting medical devices from harm. *Biomedical Instrumentation & Technology*. 2017, 51, 489–495. <https://doi.org/10.2345/0899-8205-51.6.458>
2. Zamzam AH, Abdul Wahab AK, Azizan MM, Satapathy SC, Lai KW, Hasikin K. A systematic review of medical equipment reliability assessment in improving the quality of healthcare services. *Front Public Health*. 2021, 9, 753951. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.753951>
3. Song W, Li J, Li H, Ming X. Human factors risk assessment: An integrated method for improving safety in clinical use of medical devices. *Applied Soft Computing*. 2020, 86, 105918. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105918>
4. Marín SV, López Trejos JG. Gestión de riesgos orientada al uso de equipos biomédicos en las áreas de UCI y urgencias del Hospital Universitario del Valle [Internet]. Cali: Universidad Autónoma de Occidente; 2024 [cited 2026 Jan 19]. Available from: <https://hdl.handle.net/10614/15649>.
5. Arab-Zozani M, Imani A, Doshmangir L, Dalal K, Bahreini R. Assessment of medical equipment maintenance management: proposed checklist using Iranian experience. *BioMed Eng OnLine*. 2021, 20, 49. <https://doi.org/10.1186/s12938-021-00887-2>

6. Shamayleh A, Awad M, Farhat J. IoT-based predictive maintenance management of medical equipment. *J Med Syst*. **2020**, 44, 72. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-1539-7>
7. Flores Fiallos SL. Simulación clínica en la formación de profesionales de la salud: explorando beneficios y desafíos. *Vitalia*. **2024**, 5(2), 116–129. <https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v5i2.124>
8. Coyne E, Calleja P, Forster E, Lin F. A review of virtual simulation for assessing healthcare students' clinical competency. *Nurse Education Today*. **2021**, 96, 104623. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104623>
9. McKernan J. *Investigación-acción y currículo*. 3rd ed. Madrid: Morata; **2008**. <https://edmorata.es/producto/investigacion-accion-y-curriculum/>
10. Bancayán-Ore CC, Vega-Denegri P. La investigación-acción en el contexto educativo. *Paideia XXI*. **2020**, 10(1), 233–247. <https://doi.org/10.31381/paideia.v10i1.3041>
11. Pacheco LT. Modelo instruccional ADDIE. *Revista de Educación y Desarrollo*. **2020**, 7(2), 45–52. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa2/article/view/6093>
12. Rosa D, Jappe ME. Concepções de Jerome Bruner para o desenvolvimento do indivíduo na área do ensino de ciências. *Revista Científica Eletrônica de Psicologia da FAEF*. **2021**, 36(1). http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/fstJKOyLeOKWdB2_2021-10-15-20-18-54.pdf
13. Carvajal-Rivera AE, Montiel-Gálvez BE, Dieck-Assad G, Lara-Prieto V. Un nuevo enfoque para el aprendizaje de diseño básico de dispositivos médicos a través de aprendizaje basado en retos y experiencial. *IEEE Rev Iberoam Tecnol Aprendizaje*. **2023**, 18(4), 393–399. <https://doi.org/10.1109/RITA.2023.3330059>
14. Sánchez-Rodríguez JM, Moscoso-Loaiza LF. Uso de herramientas tecnológicas: un reto para la educación de enfermería. *Rev Cuid*. **2023**, 14(3). <https://doi.org/10.15649/cuidarte.3310>
15. Carvajal Laverde LM, Cano Marín NE, Jaramillo Marín PA. La simulación como estrategia didáctica: experiencia del programa de Instrumentación Quirúrgica. *Cuadernos de Educación en Salud*. **2021**, 29, 55–63. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/ea7ce76f-2f5b-4c4d-a3a1-31d48016fce4/content>



© 2026 Universidad de Murcia. Enviado para publicación de acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 España (CC BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).