



Formación en ecocardiografía transesofágica apoyada en un Álbum Interactivo para el fellow de
Anestesia Cardiorácica
(FOCUS Interactive Álbum)

Autores

GERMÁN FRANCO-GRUNTORAD, DANNY NOVOA RAMIREZ, JULIO TRILLOS

Directora

JENNY MARISOL PÁEZ CÁRDENAS

Especialistas en innovación pedagógica

Escuela de Ciencias Humanas

Especialización en Innovación Pedagógica

Universidad del Rosario

Bogotá – Colombia
2025

Contenido

Agradecimientos	iv
Dedicatoria	v
Declaración de originalidad y autonomía	vi
Declaración de exoneración de responsabilidad	vii
Lista de Figuras.	viii
Lista de Tablas	ix
Abreviaturas	x
Anexos	xi
Formación en ecocardiografía transesofágica apoyada en un Álbum Interactivo para fellow de Anestesia Cardioráica. (FOCUS Interactivo Álbum)	xii
Abstract	xiii
1 Introducción	1
2 TEACH IN LAB I	3
2.1 Diagnóstico del Problema	3
2.2 Metodología análisis y resultados de la etapa diagnóstica	5
2.3 Fase de empatía	5
2.4 Fase de Definición	6
2.4.1 Resultados de Coincidencia	11
2.4.2 Narración de campo y resolución de dificultades	12
2.4.3 Contextualización del problema educativo	12
2.4.4 Definición del problema educativo	14
2.5 Análisis de causalidad	15
2.5.1 Fase de ideación: Propuesta de innovación educativa	16
2.5.2 Referencias de Innovación Pedagógica	23
3 TEACH IN LAB II	27
3.1 Clasificación de la innovación pedagógica.	27

3.2	Priorización de Hipótesis	28
3.3	Implementación de la Innovación Pedagógica	29
3.3.1	Diseño del experimento	30
3.3.2	Documentación de aprendizajes sobre la Implementación	32
3.4	Iteración de la Innovación Pedagógica	34
3.4.1	Diseño de la Iteración	34
3.4.2	Documentación de aprendizajes y descubrimiento de insights	35
3.5	Propuesta de Valor de la Innovación Pedagógica	37
4	Conclusiones	38
5	Agenda futura	44
5.1	Corto plazo (0-6 meses): Implementación y ajuste inicial	45
5.2	Mediano plazo (6-12 meses): Optimización, escalado y alianzas	46
5.3	Largo plazo (>12 meses): Consolidación, expansión y sostenibilidad	47
6	Narrativa comunicación del proyecto	48
7	Referencias Bibliográficas	49

Agradecimientos

Agradezco a la Fundación Cardio infantil, por motivarme y apoyarme a perseguir un desarrollo en mi carrera docente, igualmente a mis compañeros de grupo por su disposición y mente abierta.

Germán Franco-Gruntorad

Agradezco a La Cardio y a la dirección de Educación médica por ofrecer y acompañar el proceso de la especialización, a los colegas y compañeros del grupo, docentes y fellow que participaron en la construcción e implementación del proyecto.

Danny Novoa Ramírez

Agradezco a la Fundación Cardio Infantil, el departamento de anestesia de la institución y a educación médica de la institución por el apoyo y la motivación para mi crecimiento como docente y persona.

Julio Trillos

Dedicatoria

A mi familia por el tiempo donado para poder llevar a cabo la especialización.

Germán Franco-Gruntorad

A mi esposa e hijos que entendieron lo importante que es aprender a enseñar y hacerlo con idoneidad, brindándome espacio físico y de tiempo para desarrollar la especialización.

Danny Novoa Ramírez

A mi esposa por entender y estimular mi amplitud de estudios; a mi hijo que me inspira en innovar para entender las nuevas visiones de la vida, las formas de aprender y como enseñar a las nuevas generaciones.

Julio Trillos

Declaración de originalidad y autonomía

Declaro(amos) bajo la gravedad del juramento, que he(mos) escrito el presente Proyecto por mi(nuestra) propia cuenta y que, por lo tanto, su contenido es original.

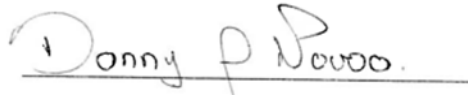
Declaro(amos) que he(mos) indicado clara y precisamente todas las fuentes directas e indirectas de información y que este proyecto no ha sido entregado a ninguna otra institución con fines de calificación o publicación.



Germán Andrés Franco-Gruntorad



Julio Efraín Trillos



Danny Novoa

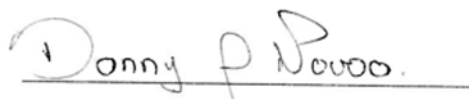
Firmado en Bogotá, D.C. el 11 de junio de 2025

Declaración de exoneración de responsabilidad

Declaro(amos) que la responsabilidad intelectual del presente trabajo es exclusivamente de su(s) autor(es). La Universidad del Rosario no se hace responsable de contenidos, opiniones o ideologías expresadas total o parcialmente en él.



Germán Andrés Franco-Gruntorad



Danny Novoa



Julio Efraín Trillos

Firmado en Bogotá, D.C. el 11 de junio de 2025

Lista de Figuras

Figura 1. Árbol de Problemas	15
Figura 2. Esquema de relación de tablas. Modelo conceptual prototipo I.....	31
Figura 3. Mapa conceptual de procesos necesarios para el álbum interactivo	31

Lista de tablas

Tabla 1	Acciones procedimentales propuestas por los docentes del posgrado.....	10
Tabla 2.	Resultados de coincidencia.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3.	Definición del problema con la técnica 5 W's y 2 H.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4.	Referencias de Innovación Pedagógica	¡Error! Marcador no definido.17
Tabla 5.	Referencias Comparativas, Relación y Objetivos (Matriz análisis de Benchmarking) ..	25

Abreviaturas

Ecocardiografía transesofágica (ECOTE)

Desing Thinking (DT)

Anexos

Por favor pulse en los anexos para acceder al link de cada uno

[Anexo 1 Resultados encuesta egresados y fellow](#)

[Anexo 2 Resultados de entrevistas semiestructuradas Docentes.](#)

[Anexo 3 Priorización de la hipótesis](#)

[Anexo 4 Diseño del experimento](#)

[Anexo 5 Implementación y documentación Primera Iteración](#)

[Anexo 6 Demo del segundo prototipo](#)

[Anexo 7 Encuesta preexposición Fellow](#)

[Anexo 8 Encuesta preexposición Docente](#)

[Anexo 9 Encuesta post exposición Fellow](#)

[Anexo 10 Encuesta post exposición Docente](#)

[Anexo 11 Diseño de la Iteración](#)

[Anexo 12 Iteración de la innovación y documentación de aprendizajes](#)

[Anexo 13 Mejoras del prototipo 3era iteración parte I](#)

[Anexo 14 Mejoras del prototipo 3era iteración parte II](#)

Formación en ecocardiografía transesofágica apoyada en un Álbum Interactivo para fellow de Anestesia Cardiorácica. (FOCUS Interactive Álbum)

La formación en ecocardiografía transesofágica (ECOTE) en los fellow de anestesia cardiovascular de la Universidad del Rosario presenta una marcada variabilidad en las competencias procedimentales adquiridas por los residentes, limitando la uniformidad y calidad de los exámenes ecocardiográficos intraoperatorios. Este proyecto surge del análisis detallado mediante encuestas y entrevistas a fellow y docentes, destacando la heterogeneidad en la supervisión, falta de metodologías unificadas, insuficiente retroalimentación y motivación variable durante la práctica clínica. Se adoptó una metodología centrada en el usuario a través del Design Thinking, realizando entrevistas semiestructuradas y encuestas que permitieron identificar claramente estas brechas educativas.

La solución propuesta es un álbum interactivo digital que estandariza la recopilación de imágenes ecocardiográficas mediante estrategias de gamificación, retroalimentación inmediata y aprendizaje autónomo. Esta herramienta permite homogeneizar el aprendizaje práctico, aumentando la motivación y mejorando sustancialmente la calidad técnica de los exámenes. Los resultados iniciales indican alta aceptación por parte de los usuarios, una clara mejora en la calidad de las imágenes y una optimización significativa en la integración teoría-práctica.

La agenda futura contempla la implementación y ajustes iniciales en los próximos seis meses, la optimización tecnológica y expansión del prototipo en el mediano plazo, y la consolidación del álbum como modelo pedagógico replicable a nivel nacional e internacional a largo plazo.

Palabras clave:

Ecocardiografía transesofágica, innovación pedagógica, gamificación, educación médica, aprendizaje autónomo.

Abstract

Transesophageal Echocardiography Training Supported by an Interactive Album for Cardiothoracic Anesthesia Fellows (FOCUS Interactive Album)

Training in transesophageal echocardiography (TEE) among cardiovascular anesthesia fellows at Universidad del Rosario presents marked variability in the procedural skills acquired by residents, limiting the uniformity and quality of intraoperative echocardiographic examinations. This project emerged from a detailed analysis using surveys and interviews conducted with fellows and instructors, highlighting heterogeneity in supervision, a lack of unified methodologies, insufficient feedback, and variable motivation during clinical practice. A user-centered methodology based on Design Thinking was adopted, utilizing semi-structured interviews and surveys that clearly identified these educational gaps.

The proposed solution is an interactive digital album that standardizes the collection of echocardiographic images through gamification strategies, immediate feedback, and autonomous learning. This tool enables homogenization of practical learning, increases motivation, and significantly enhances the technical quality of examinations. Initial results indicate high acceptance among users, a clear improvement in image quality, and significant optimization in theory-practice integration.

The future agenda includes initial implementation and adjustments within the next six months, technological optimization and expansion of the prototype in the medium term, and consolidation of the album as a replicable educational model at the national and international levels in the long term.

Keywords:

Transesophageal echocardiography, educational innovation, gamification, medical education, autonomous learning.

1 Introducción

La formación en ecocardiografía transesofágica (ECOTE) es un componente fundamental en la especialización en anestesia cardiovascular, dada su importancia en la toma de decisiones clínicas intraoperatorias y el manejo perioperatorio de los pacientes cardíacos. Aunque el currículo actual del programa de anestesia cardiotorácica en la Universidad del Rosario provee una sólida base teórica para este dominio, persiste una heterogeneidad significativa en las competencias procedimentales adquiridas por los residentes. Mientras algunos fellow alcanzan un dominio avanzado, otros permanecen en un nivel intermedio, generando inconsistencias en la calidad clínica final de los exámenes ecocardiográficos realizados.

El desarrollo del presente proyecto surge de la necesidad evidenciada en encuestas y entrevistas realizadas a estudiantes actuales, egresados recientes y docentes del programa. Los resultados obtenidos destacaron la existencia de variabilidad en la supervisión clínica y práctica, insuficiencia en la dedicación exclusiva al entrenamiento práctico, y una ausencia relativa de metodologías unificadas de enseñanza práctica y evaluación formativa continua. Diversos enfoques, como la simulación clínica y el uso de modelos interactivos, han sido aplicados internacionalmente mostrando beneficios significativos en la adquisición de habilidades psicomotoras esenciales para la ECOTE, sin embargo, estos implican de una infraestructura costosa y además de tiempo de los docentes y de los fellow un recurso bastante limitado en el programa.

Este proyecto tiene como objetivo principal diseñar e implementar una estrategia de innovación pedagógica que integre de forma efectiva la teoría con la práctica supervisada,

utilizando herramientas tecnológicas y métodos pedagógicos validados como la gamificación, el aprendizaje activo y la retroalimentación inmediata. La importancia de esta innovación radica en su potencial para homogenizar las competencias de los residentes, aumentar la precisión y calidad de los exámenes ecocardiográficos intraoperatorios, y finalmente, optimizar la seguridad y eficacia en la atención al paciente cardíaco.

Los beneficios anticipados de esta solución innovadora incluyen una mejora sustancial en el rendimiento procedimental de todos los fellow, una reducción en la variabilidad en las competencias técnicas adquiridas, así como un incremento en la motivación de los residentes mediante sistemas estructurados de retroalimentación y reconocimiento, que puedan aumentar a su vez oportunidades de interacción entre los docentes y los estudiantes en torno a la ECOTE.

De esta manera, el proyecto no solo busca resolver una necesidad educativa identificada de manera local, sino que también pretende aportar al campo global de la formación médica especializada, mediante un modelo escalable y adaptable a diversas realidades académicas e institucionales.

2 TEACH IN LAB I

El propósito de la asignatura Teaching Innovation Laboratory I es contribuir a generar una propuesta de innovación educativa desde una aproximación centrada en el usuario y bajo un enfoque basado en la identificación y resolución de problemas. Durante la asignatura, el equipo de innovación desarrolló un proceso estructurado en tres fases principales: empatía, definición e ideación. En la fase de empatía, se llevó a cabo una exploración profunda mediante encuestas dirigidas a residentes actuales y egresados recientes, y entrevistas semiestructuradas con docentes del programa, con el objetivo de entender sus experiencias, percepciones y necesidades específicas en torno al proceso educativo. Posteriormente, en la fase de definición, la información obtenida fue analizada y codificada para delimitar claramente el problema educativo central, destacando la necesidad de uniformizar el nivel práctico en la formación de ecocardiografía transesofágica (ECOTE). Finalmente, la fase de ideación permitió al equipo generar propuestas innovadoras orientadas a mejorar la integración entre teoría y práctica, aumentar la motivación por parte de los fellow para obtener más imágenes ecocardiográficas y mitigar un poco la heterogeneidad en el aprendizaje práctico de este dominio, y compensar en cierta forma la carencia de espacios de aprendizaje de la ecocardiografía transesofágica en las salas de cirugía.

2.1 Diagnóstico del Problema

La formación de competencias prácticas en ecocardiografía transesofágica (ECOTE) representa un desafío pedagógico en los programas de anestesia cardiotorácica. Aunque se

reconoce su valor clínico como herramienta diagnóstica y de monitorización intraoperatoria (Kneeshaw, 2006), múltiples estudios coinciden en que su enseñanza en contextos reales de alta complejidad presenta dificultades asociadas a la variabilidad en la supervisión, la motivación del residente y la disponibilidad de espacios sistemáticos de práctica (Emperador et al., 2015; González-Muñoz et al., 2023).

Esta problemática no es exclusiva de nuestra institución. Investigaciones en distintos contextos han demostrado que, si bien la formación teórica suele estar bien cubierta, existe una brecha significativa en la uniformidad de los logros prácticos alcanzados por los fellow (Ericsson, 2004; Dreyfus, 2004). La ausencia de estrategias pedagógicas unificadas —que integren teoría, práctica deliberada y retroalimentación continua— es uno de los factores recurrentes en la literatura como causa de esta desigualdad formativa.

En esta sección del documento, se presenta el proceso diagnóstico desarrollado para abordar este problema en el programa de anestesia cardiotorácica de la Universidad del Rosario, con base en la metodología Design Thinking. Se incluye una descripción detallada de las fases de empatía y definición, los instrumentos aplicados a docentes y fellow, los principales hallazgos obtenidos mediante triangulación de fuentes, y las categorías emergentes que orientaron la construcción de una propuesta de innovación pedagógica. Esta introducción tiene como propósito contextualizar al lector frente a una problemática que, si bien surge en un entorno clínico específico, plantea preguntas clave sobre cómo enseñar habilidades complejas en escenarios asistenciales reales.

2.2 Metodología análisis y resultados de la etapa diagnóstica

La metodología utilizada para la fase de empatía y definición se fundamentó en el enfoque de Design Thinking, cuyas etapas iniciales buscan “ponerse en los zapatos” de los usuarios (en este caso, los residentes y docentes) y definir con claridad el problema a resolver. A continuación, se detalla el proceso:

Se partió de la planeación y preparación del equipo de trabajo, conformado por los autores de esta propuesta, de la cual uno es el coordinador académico del programa de anestesia cardiotorácica, este presentó una situación susceptible de ser mejorada dentro del contexto del posgrado. Posterior a esto, el equipo definió las estrategias para recolectar información adicional que permitiera definir el problema, se estableció como objetivo de esta fase la recolección de la información de la experiencia real de quienes intervienen en el proceso enseñanza/aprendizaje.

El objetivo de esta primera fase es recolectar información de la experiencia real de quienes participan directamente en la formación de ECOTE.

2.3 Fase de empatía

Para la recolección de información con fellow (subespecialistas en formación), se realizó una encuesta en línea (Anexo 1. Resultados encuesta egresados y fellow) para ocho médicos del programa (dos 2 fellow actuales, seis 6 egresados que realizaron la práctica en los últimos 3 años). Esta encuesta incluyó preguntas de selección múltiple, escalas de valoración y campos abiertos. La encuesta exploró los conocimientos al inicio y final del posgrado, uso de la

ECOTE en la práctica clínica, percepción de la formación teórica y práctica, dificultades y propuestas de mejora, cabe resaltar que el propósito principal era interpretar, entender la experiencia y percepciones de los egresados recientes y los fellow actuales del programa de anestesia cardiotorácica, enfocándose en motivación, supervisión y calidad de los exámenes.

Para la recolección de información con docentes, se elaboró una encuesta semiestructurada para cuatro anesestesiólogos cardiovasculares con funciones docentes. Se indagó sobre su visión del método de enseñanza, dificultades observadas en los residentes, integración de teoría y práctica, y estrategias para motivar exámenes de alta calidad. Para facilitar el análisis, sus datos fueron transcritos a un Google Forms (**Anexo 2** Resultados de entrevistas semiestructuradas Docentes.), esta intervención tiene por objetivo ampliar la perspectiva y contrastar cómo los docentes perciben los logros y brechas en la formación de ECOTE.

2.4 Fase de Definición

Para el análisis de los datos se exportaron los resultados de las encuestas a hojas de cálculo para obtener frecuencias y porcentajes de las preguntas cerradas, para las respuestas abiertas se analizaron mediante codificación temática, agrupando las ideas en categorías como “percepción teórica”, “necesidades de práctica”, “motivación” y “heterogeneidad en la supervisión”.

Los principales resultados de la encuesta a los fellow y egresados se presentan a continuación

En el rango de edad es entre 31 y 36 años, con 1 a 5 años de experiencia en anestesiología, de los encuestados muestra que:

- En suficiencia teórica, el 87% coincidió en que la formación teórica durante el fellow fue pertinente y suficiente.
- En cuanto a la variabilidad en el nivel de competencia al finalizar el entrenamiento, algunos alcanzan un dominio avanzado en ECOTE, mientras otros se mantienen en nivel intermedio. Esta brecha sugiere una oportunidad de mejora para homogeneizar el desempeño.
- En relación con la motivación del estudiante frente al proceso de aprendizaje de la técnica se identificó que, en ciertos casos, la falta de un acompañamiento continuo y la ausencia de metas de desempeño, pueden afectar la motivación para perfeccionar la calidad de los exámenes de ECOTE.
- Sin bien la integración teoría-práctica hace parte de la formación integral y aunque los contenidos teóricos se cumplen, algunos participantes reportan que la práctica en simuladores o la supervisión directa en el intraoperatorio podría ser reforzados aún más.

Se puede concluir, mediante los resultados referenciados, que el principal reto no radica en el grado de insuficiencia de suficiencia teórica, sino en potenciar y uniformar los logros competenciales. Es decir, cómo llevar a todos los residentes al nivel avanzado y cómo promover la motivación y la excelencia en la realización de exámenes ECOTE, especialmente en el contexto intraoperatorio, donde la precisión y la rapidez son esenciales.

Los principales hallazgos de las entrevistas semiestructuradas a los docentes del programa (**Anexo 2**), se hicieron a partir de la realización de la encuesta semiestructurada dirigida a cuatro anestesiólogos cardiovasculares con experiencia docente en el programa de posgrado, se obtuvieron los siguientes hallazgos relevantes que enriquecen la fase de diagnóstico y definición del problema dentro de nuestro proceso de innovación pedagógica. Estos

resultados se suman a la perspectiva de los fellow y ayudan a completar la visión integral de la enseñanza de la ecocardiografía transesofágica.

El perfil de los encuestados muestra que la población cuestionada tiene 9, 13, 31 y 32 años de experiencia como anestesiólogos cardiovasculares, todos cuentan con trayectoria docente en el posgrado, lo que brinda un vasto conocimiento sobre la realidad formativa de los residentes, expresiones que se dictan a continuación:

- Al preguntar sobre el método actual de enseñanza de ECOTE en cuanto a su visión y posibles limitaciones; Los docentes describen el método de enseñanza con características heterogéneas, dependiente tanto del docente asignado como de la disponibilidad de tiempo en cirugía y la motivación de cada residente. Si bien uno de los participantes califica el proceso como “adecuado” (equilibrio teoría-práctica que conduce a un nivel intermedio), otros lo ven “limitado”, señalando que los módulos actuales facilitan, en ocasiones, solo conocimientos básicos, y que la falta una observación constante y supervisión estructurada para mantener y consolidar las destrezas adquiridas, lleva a coincidir con la percepción que, existe una variabilidad en la enseñanza, hallazgo que ya se había identificado en la encuesta a los fellow, reafirmando que algunos alcanzan un nivel avanzado, mientras otros se quedan en un nivel intermedio.

- En cuanto a las principales dificultades para alcanzar un nivel uniforme, los encuestados mencionan cuatro factores clave que obstaculizan la homogeneidad en los resultados de aprendizaje en ECOTE incluyendo; (1) El tiempo de entrenamiento en relación con la intensidad asistencial, (2) la dedicación a otros aspectos del acto anestésico dejan poco espacio para prácticas específicas de ECOTE, dado que no hay un espacio exclusivo para

lograr competencias, la formación se da “sobre la marcha”, con menos horas de práctica deliberada y supervisión estructurada, (3) en el mismo sentido la actitud proactiva del fellow que tras pasados los primeros meses de formación , el avance depende mucho de la motivación individual para consolidar y profundizar las habilidades y (4) finalmente la heterogeneidad del personal docente, en virtud que no todos los docentes siguen las mismas pautas o tienen el mismo enfoque, lo que puede llevar a un aprendizaje desigual entre los residentes.

- Al revisar las apreciaciones sobre de integración teoría-práctica, en relación con la forma de integrar teoría y práctica, se menciona el enfoque de “pensar en voz alta” y mostrar a los residentes, en tiempo real, la obtención e interpretación de las imágenes ecocardiográficas. Esto favorece la comprensión de lo que observa el docente y “por qué” se toman ciertas decisiones o maniobras técnicas. Sin embargo, se señala que no todos los casos ni todos los momentos quirúrgicos permiten esta dinámica con la misma profundidad.
- En cuanto a la motivación y calidad frente a la realización de exámenes ECOTE, todos coinciden en que la motivación de los residentes para mejorar sus competencias en ECOTE es alta (calificada con un “4” de “5”). Entre los factores que más influyen en esta motivación destacan, la importancia de contar con esta experticia, necesidad de la competencia para el ejercicio de su profesión (el 100% lo afirma), la disponibilidad de recursos de entrenamiento (simuladores, salas de cirugía, etc.) en 3 de los entrevistados (75%), el acompañamiento continuo de tutores (en 50% de los entrevistados), así como las evaluaciones formativas y retroalimentación en 1 de cada 4 entrevistados.

- Afirman los entrevistados que para estimular la calidad en la realización de ECOTE, los docentes delegan exámenes a cargo de los fellow, brindan retroalimentación posterior o muestran la utilidad clínica del ECOTE en casos reales. Esto coincide con la idea de que la exposición constante y la práctica supervisada son esenciales para mejorar la calidad de los exámenes.

Al plantear la pregunta sobre las propuestas de mejora y la visión de futuro de la práctica, los docentes consideran que el programa de enseñanza es, en general, bueno o “adecuado”, ya que los egresados demuestran, como mínimo, un nivel intermedio en ECOTE. No obstante, sugieren acciones que podrían llevar el nivel de competencia a un estándar avanzado en todos los residentes (**Tabla 1**).

Tabla 1. Acciones procedimentales propuestas por los docentes del posgrado

Incentivar la búsqueda de imágenes de mejor calidad	Realización de más exámenes ecocardiográficos documentados, reconociendo los logros individuales.
Ampliar el tiempo de formación	Adquirir competencias avanzadas (rotaciones específicas o prácticas simuladas)
Crear espacios de práctica deliberada	Simuladores, casos clínicos, PBL) donde se refuerce la interpretación de hallazgos y la integración teórico-práctica.
Homogeneizar el entrenamiento del personal docente	Pautas claras de enseñanza y supervisión
Fortalecer la retroalimentación y la motivación constante	Usar listas de chequeo, bitácoras de casos y evaluaciones formativas periódicas.

En cuanto al uso de herramientas de evaluación prácticas, de acuerdo al resultado obtenido este se puede dividir en dos partes, pues un 50% está a favor de implementar “definitivamente” las herramientas de evaluación práctica y el restante 50 % cree que deben usarse con “algunas mejoras”, teniendo en cuenta que el 0 % opina que no es necesaria la implementación, lo que evidencia un consenso común, en que la evaluación práctica y estructurada contribuiría a la uniformidad en la adquisición de competencias.

Comentarios finales y aportes adicionales, en los cuales se subraya la necesidad de un esfuerzo continuo de los docentes para brindar motivación y retroalimentación pese a las limitaciones de tiempo. Aun así, se reconoce que a este nivel formativo los residentes cuentan con la posibilidad de un aprendizaje autónomo y autorregulado. Se menciona, además, la pertinencia de un “board de ECOTE avanzado” que exija un estudio metódico y sirva de diferenciador para la institución.

2.4.1 Resultados de Coincidencia

En el proceso de Triangulación, se compararon las percepciones de fellow y docentes, identificando coincidencias y diferencias. **(Tabla 2).**

Tabla 2. Resultados de coincidencia

Base teórica suficiente	Cerca del 75% considera que el componente teórico está bien cubierto en el plan de estudios.
Variabilidad en el dominio práctico	Se observan distintos niveles de competencia (intermedio avanzado), lo que indica falta de uniformidad en el aprendizaje.

Factores influyentes	Disponibilidad de tiempo y espacios dedicados a la práctica (sobre la marcha en el quirófano vs. simulación guiada). Motivación intrínseca de los residentes y la retroalimentación docente. Heterogeneidad en los métodos y enfoques de los docentes.
Necesidad de mejoras	Se propone fortalecer la práctica supervisada, el uso de herramientas de evaluación formativa y las estrategias de motivación constante para mejorar las competencias en ecocardiografía transesofágica.

2.4.2 Narración de campo y resolución de dificultades

Vale la pena mencionar que, durante la aplicación de las encuestas, se presentaron algunos desafíos como la disponibilidad de los encuestados, dado que, debido a la alta demanda asistencial, se acordó un plazo flexible para responder en línea y en cuanto a la claridad en las preguntas, se realizaron varias propuestas de encuestas entre los miembros del grupo de trabajo para asegurarse de que las preguntas fuesen comprensibles y abarcadoras.

Como resultado, esta fase metodológica permitió perfilar de manera detallada el problema: La enseñanza de ECOTE posee una adecuada base teórica, pero el nivel práctico muestra una disparidad entre los residentes, debida principalmente a la falta de estrategias pedagógicas que homogenice la supervisión, la motivación y la evaluación formativa.

2.4.3 Contextualización del problema educativo

La formación en ecocardiografía transesofágica en la especialidad de anestesia cardiotorácica es un proceso complejo que involucra a residentes, docentes, coordinadores y la institución hospitalaria. A pesar de contar con un plan de estudios que incluye contenidos teóricos

sólidos, la variabilidad en la supervisión y la práctica clínica con pacientes reales ocasiona desigualdades en los resultados finales de las competencias adquiridas. A fin de concretar el problema, se describen a continuación los aspectos esenciales conforme a la herramienta de gestión metodológica 5W2H. **(Tabla 3).**

Tabla 3. Definición del problema con la técnica 5 W's y 2H

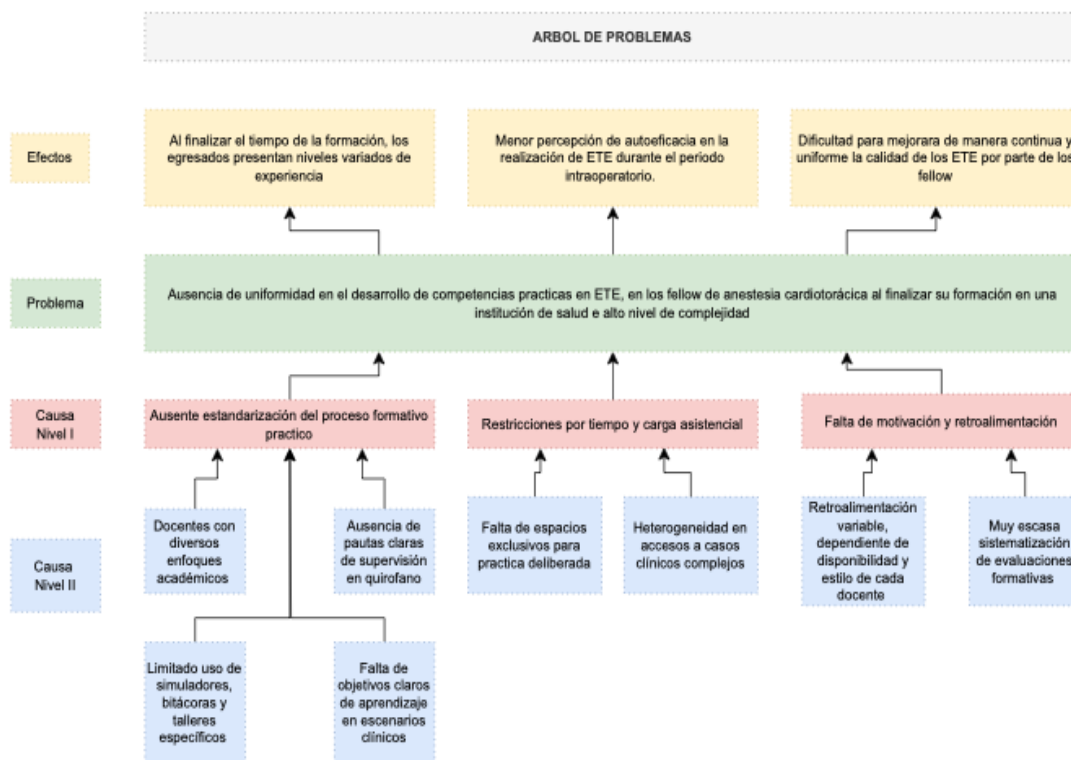
Aspecto		Descripción
Who	Quienes participan	Fellow de anestesia cardiotorácica, docentes clínicos responsables de la formación en ETE, coordinadores del posgrado.
What	¿Qué es el problema?	Corresponde a una problemática del micro currículo que se centra, según la información recabada en las encuestas aplicadas a los participantes relatados. Se evidencia la variabilidad de conocimientos y experiencia previas, así como en la percepción de las capacidades procedimentales adquiridas al final de la formación, de igual forma una notoria asimetría en la estrategia pedagógica empleada para el afianzamiento de la experticia en la realización del procedimiento específico.
When	¿Cuándo ocurre el problema?	Principalmente durante el fellowship y se hace más evidente al final, cuando se evalúa el desempeño intraoperatorio real en cirugías cardiovasculares.
Where	¿Dónde ocurre el problema?	Fundación Cardio infantil - Universidad del Rosario, Bogotá, que ofrece la especialidad en anestesia cardiotorácica, en la rotación quirúrgica de cirugía cardiovascular.
Why	¿Por qué ocurre el problema?	¿Por qué hay una variabilidad en la competencia procedimental de los fellow en ETE? Porque algunos fellow finalizan con un nivel avanzado, mientras que otros se quedan en un nivel intermedio. ¿Por qué algunos fellow alcanzan un nivel avanzado y otros solo intermedio? Porque la integración entre la formación teórica y la práctica procedimental no es uniforme para todos los estudiantes.

		<p>¿Por qué la integración entre la formación teórica y la práctica no es uniforme? Porque no todos los fellow tienen la misma motivación interna para el aprendizaje y la práctica intraoperatoria supervisada y de calidad.</p> <p>¿Por qué no todos los fellow tienen la misma motivación para el aprendizaje y la realización de ECOTE intraoperatoria supervisada? Porque la estrategia didáctica en la enseñanza de la realización del ECOTE, el conocimiento teórico y las habilidades manuales no son similares.</p> <p>¿Porque la estrategia didáctica en la enseñanza de la realización del ECOTE, el conocimiento teórico y las habilidades manuales no son similares? Porque no existe un método didáctico unificado que combine teoría, práctica supervisada y retroalimentación continua. Además, hay una variabilidad en las habilidades manuales.</p>
How	¿Cómo ocurre el problema?	Falta de un modelo pedagógico unificado que combine teoría, práctica supervisada y retroalimentación continua. Escasa disponibilidad de tiempo exclusivo para prácticas. Diferentes estilos y enfoques docentes que generan variabilidad
How Much	¿Cómo y a cuántos afecta el problema?	Directamente afecta a los 2 fellow encuestados y a los futuros estudiantes de la segunda especialización. A los diferentes 14 docentes que participan en la formación y supervisión clínica en la especialización de anestesia cardiotorácica.

2.4.4 Definición del problema educativo

Para delimitar el problema de manera clara, se recurre a la técnica del árbol de problemas (González, 2023) (Páez, 2018). Esta herramienta facilita visualizar la relación causal entre el problema central, sus principales orígenes y las repercusiones que conlleva. (Figura 1)

Figura 1. *Árbol de Problemas*



2.5 Análisis de causalidad

La matriz causal del árbol de problemas, complementada con los hallazgos de las encuestas tanto a los fellow y egresados como a los docentes, muestra que la principal brecha formativa en ecocardiografía transesofágica deriva de la ausencia de una estrategia pedagógica unificada que articule teoría, práctica supervisada y retroalimentación constante. Por un lado, los anestesiólogos en formación reportan dificultades para interpretar las imágenes de ECOTE en contextos específicos (62,5% de ellos) y señalan un manejo limitado de cardiopatías congénitas (25% refiere conocimiento deficiente). Esta carencia se ve agravada por la presión asistencial y la falta de estrategias en las que puedan entrenar la técnica de manera más estructurada, especialmente a través de simulaciones o rotaciones enfocadas

exclusivamente en ECOTE, lo cual es poco probable en la realidad actual, ya que esto implicaría un cambio en el currículo de la especialidad ampliando la duración de esta.

Desde la perspectiva de los docentes, se confirma que la formación práctica es “heterogénea” y depende fuertemente del tiempo disponible en salas de cirugía, del acompañamiento que cada profesor pueda brindar y de la motivación de cada residente. Aun cuando la mayoría califica el programa como “adecuado” para garantizar un nivel mínimo (intermedio), la falta de supervisión sistemática y de lineamientos claros para enseñar y evaluar la práctica, sumado a la carga asistencial diaria, impide que todos adquieran un nivel avanzado de competencia. En otras palabras, aunque la base teórica es considerada sólida, el aprendizaje procedimental se ve obstaculizado por la poca uniformidad en las estrategias pedagógicas, la desigualdad en la supervisión y la necesidad de mayor retroalimentación. De ahí surge la necesidad de implementar soluciones que fortalezcan la práctica deliberada, la evaluación formativa y la unificación de pautas docentes, con miras a que cada residente finalice su formación con un dominio consistente de la ECOTE, incluidas las cardiopatías congénitas y otras áreas de mayor complejidad.

2.5.1 Fase de ideación: Propuesta de innovación educativa

La innovación está enfocada en generar un cambio o mejora de un servicio, producto o proceso, es así, que la construcción de una propuesta de innovación educativa, tras realizar un exhaustivo y detallado ejercicio de diagnóstico, podrá entregar la indicación para impactar en el problema y/o problemática educativa, posteriormente se abordará el ejercicio de la

ideación, proceso crítico de selección de las presuntas soluciones del problema documentado, con la revisión de factibilidad, ejecutabilidad e impacto de desenlaces.

De esta manera se procede a presentar en la matriz a continuación, la fase de ideación, y las teorías y técnicas que servirán de referencia en esta fase. **(Tabla 4)**

Tabla 4. Referencias de Innovación Pedagógica

Fase de Ideación		
Problema educativo: Ausencia de uniformidad en el desarrollo de competencias prácticas en ETE, en los fellow de anestesia cardiotorácica al finalizar su formación en una institución de salud de alta complejidad.		
Actores	Técnicas seleccionadas	Descripción y evidencias
Estudiantes y Egresados	Encuesta Online	<p>Después de una sesión de lluvia de ideas sobre cómo crear instrumentos que permitieran detectar los problemas educativos del programa de anestesia cardiotorácica, se diseñó una encuesta que permitiera identificar y caracterizar dichos problemas desde la perspectiva del estudiante debido a que el programa solo cuenta con un estudiante por semestre, se consideró incluir a egresados recientes del programa. En aras del pragmatismo se decidió que la forma más efectiva de realizar la encuesta era virtual, por ende, se utilizó Google forms para su diseño debido a que es ampliamente accesible, es gratuito y permite sintetizar las respuestas para su análisis.</p> <p>En total se recopilaron el 100% de los encuestados N=8 y debido al número pequeño de la muestra los resultados fueron graficados y analizados en porcentajes, en busca de patrones comunes en las respuestas para poder agruparlos y clasificarlos.</p>
Profesores	Entrevista semiestructurada	<p>El equipo de innovación identificó a los profesores del postgrado como un elemento clave para la definición del problema, se concluyó que debido a que todos son compañeros de trabajo de dos de los miembros del equipo de innovación, era viable realizar una entrevista semiestructurada con el 30% (4) docentes de la planta, para ello el equipo diseñó unas preguntas que indagan sobre la percepción de las competencias de los estudiantes</p>

		en ECOTE y las estrategias pedagógicas que se utilizan para que los estudiantes aprendan, para facilidad en el análisis se diseñó un formato de recolección en Google forms y las entrevistas se realizaron a lo largo de la semana cumpliendo con el cronograma planteado por el equipo, debido a que la muestra fue pequeña su análisis fue similar al de la encuesta de los estudiantes.
Coordinador Académico	Análisis	El coordinador académico hace parte del equipo de innovación, por ende, se decidió que, para mitigar sesgos, el solo intervendría después de obtener los resultados, de las encuestas y las entrevistas los cuales fueron analizados por el equipo de innovación en donde se le dio oportunidad al coordinador académico de dar sus reflexiones acerca de los resultados para ser tenido en cuenta en la fase de ideación.
Resultado		
Referencias de innovación pedagógica, que se consideran pertinentes para resolver el problema educativo, evidenciado y resultado de la fase de ideación.		
Mejorar las habilidades procedimentales y experticia de los fellow		<p>La experticia está definida como las características, habilidades y conocimientos que distinguen a los expertos de los novatos y las personas con menos experiencia, según estos los expertos son personas que pueden realizar una tarea en un nivel excepcional, basado en el modelo de Collins (Collins, 1989) se pretende crear un plan de estudio con contenido teórico y talleres para práctica con paciente simulado virtual, que sirva de fase inicial para la estandarización de los conocimientos y que permita a los fellow alcanzar una experticia artesanal que se consolide según escala de Dreyfus, el mejor nivel posible.</p> <p>Ericsson KA. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. In: Academic Medicine [Internet]. Hanley and Belfus Inc.; 2004 [cited 2021 May 8]. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15383395</p> <p>Dreyfus SE. The five-stage model of adult skill acquisition. Bull Sci Technol Soc [Internet]. 2004 Jun 24 [cited 2021 May 8];24(3):177-81. https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0270467604264992</p>
Mejorar el conocimiento de la anatomía		Esta propuesta consiste en la implementación de un sistema de aprendizaje interactivo que utiliza modelos 3D, realidad aumentada (RA) y simulaciones digitales para mejorar la comprensión anatómica tridimensional de las

<p>tridimensional de las cavidades cardíacas y grandes vasos</p>	<p>cavidades cardíacas y los grandes vasos. Se busca fortalecer la capacidad de los fellow para correlacionar estructuras anatómicas con la ecocardiografía transesofágica (ETE), facilitando una mejor interpretación de las imágenes ecográficas.</p> <p>Beneficiarios: Directos: Fellow de anestesia cardiotorácica y docentes del posgrado. Indirectos: Pacientes sometidos a cirugía cardiovascular, instituciones hospitalarias y académicas.</p> <p>El aprendizaje de la ecocardiografía transesofágica depende de la capacidad del médico para interpretar imágenes ecográficas en tiempo real, lo que requiere una comprensión sólida de la anatomía cardíaca. Esta innovación facilita la asimilación visual y espacial de la morfología cardíaca, reduciendo la curva de aprendizaje y mejorando la precisión diagnóstica en la práctica clínica.</p> <p>Enfoque Pedagógico Aprendizaje activo con modelos interactivos. Visualización tridimensional y RA para mejorar la correlación anatómica. Simulación digital y gamificación para reforzar el aprendizaje experiencial. Impacto Pedagógico: Mejora la comprensión de la anatomía aplicada a la ETE. Reduce la variabilidad en la interpretación de imágenes. Facilita el aprendizaje autónomo y práctico.</p>
<p>Hacer más accesible la práctica con Simulación clínica. Comprar simulador clínico.</p>	<p>Esta propuesta busca la adquisición e integración de simuladores clínicos avanzados de ecocardiografía transesofágica (ETE) en la formación de anesestesiólogos cardiotorácicos. Estos dispositivos permitirán el entrenamiento práctico en un entorno seguro y controlado, mejorando la coordinación mano-ojo y la precisión en la obtención de imágenes ecográficas.</p> <p>Beneficiarios Directos e Indirectos Directos: Fellow de anestesia cardiotorácica que desarrollarán sus habilidades en un entorno de simulación antes de la práctica clínica. Indirectos: Docentes, hospitales y pacientes que recibirán atención de profesionales mejor preparados.</p> <p>Actualmente, los residentes aprenden ETE de manera asistemática en el quirófano, lo que puede generar variabilidad en su formación. La simulación</p>

	<p>clínica permite estandarizar el entrenamiento, ofreciendo una curva de aprendizaje más eficiente y segura antes de la práctica en pacientes.</p> <p>Enfoque Pedagógico: Aprendizaje basado en simulación: Repetición controlada de procedimientos. Feedback inmediato y personalizado para mejorar el desempeño. Evaluación objetiva mediante listas de chequeo de desempeño en simulación.</p> <p>Impacto Social y Pedagógico: Homogeneiza la formación en ETE. Mejora la confianza y precisión en la realización de exámenes. Permite corregir errores antes de la práctica en pacientes reales.</p> <p>Impacto Social: Aumenta la seguridad del paciente. Disminuye complicaciones en procedimientos intraoperatorios. Mejora la calidad del diagnóstico y monitoreo en cirugía cardiovascular.</p> <p>More Than Simulators. (s.f.). Simulador para ecografía ETE y ecocardiografía HeartWorks Dual. Recuperado de https://morethansimulators.com/simulador/simulador-para-ecografia-ete-y-ecocardiografia-heartworks-dual/</p> <p>Intelligent Ultrasound. (s.f.). HeartWorks: Simulador de ecocardiografía transesofágica y transtorácica. Recuperado de https://www.intelligentultrasound.com/heartworks/</p>
Curso obligatorio de ecocardiografía transesofágica durante el primer trimestre del entrenamiento.	<p>Se propone la creación de un curso obligatorio de ecocardiografía transesofágica (ETE) durante el primer trimestre de la especialización en anestesia cardiotorácica, basado en la combinación de clases teóricas y entrenamiento en simuladores clínicos. Esta estrategia permitirá que todos los fellow inicien con un nivel de competencia homogéneo, mejorando la calidad del aprendizaje y su desempeño en el intraoperatorio.</p> <p>Beneficiarios Directos e Indirectos</p> <p>Directos: Fellow de anestesia cardiotorácica que tendrán una formación estructurada y progresiva en ETE.</p> <p>Indirectos: Docentes, hospitales y pacientes que se beneficiarán de médicos mejor capacitados en la interpretación y ejecución de exámenes ETE.</p> <p>Relación Enseñanza – Aprendizaje</p>

	<p>El entrenamiento en ETE se ha dado de forma heterogénea, con niveles de competencia variable entre los residentes. Este curso obligatorio busca garantizar que todos inicien con una formación sólida, evitando lagunas de conocimiento y mejorando la calidad de la supervisión docente.</p> <p>Enfoque Pedagógico</p> <p>Aprendizaje estructurado: Módulos progresivos de teoría y práctica. Uso de simuladores para reforzar habilidades procedimentales. Evaluación formativa para medir y mejorar la curva de aprendizaje.</p> <p>Impacto Social y Pedagógico</p> <p>Impacto Pedagógico: Reduce la variabilidad en la formación de los residentes. Asegura que todos los fellow alcancen un nivel mínimo de competencia. Refuerza la integración teoría-práctica desde el inicio del entrenamiento.</p> <p>Impacto Social: Asegura que los pacientes sean atendidos por profesionales con formación homogénea. Mejora la seguridad y efectividad de la ecocardiografía transesofágica intraoperatoria. Optimiza la calidad de la especialización en anestesia cardiotorácica.</p> <p>Vall d’Hebron Centro de Simulación Clínica Avanzada. (s.f.). ECOCARSIM: Simulación en ecocardiografía. Recuperado de https://www.vallhebron.com/es/docencia/vall-dhebron-centro-de-simulacion-clinica-avanzada/programas/ecocarsim-simulacion-en-ecocardiografia</p> <p>Universidad Sanitas. (s.f.). Diplomado en ecocardiografía transtorácica y transesofágica. Recuperado de https://www.unisanitas.edu.co/diplomado-ecocardiografia-transtoracica-transesofagic1</p>
<p>Prototipo de Aprendizaje en ETE mediante la Inmersión en Realidad Virtual.</p>	<p>Implementación de un programa de aprendizaje inmersivo de realidad virtual para la formación en ETE, en donde se logre un escenario clínico simulado. A través de modelos interactivos 3D y/o de realidad virtual que logren una práctica dinámica y donde los residentes puedan practicar ETE, enfrentar diversas patologías y tomar decisiones críticas en tiempo real. Este enfoque personalizado y gamificado podrá fomentar la colaboración entre pares y ofrecerá un análisis de rendimiento detallado, creando un ambiente de aprendizaje atractivo y adaptativo a las necesidades individuales de cada estudiante.</p>

	<p>Mikropoulos, T.A., & Natsis, A. (2011). Educational Virtual Enviroments: A Review of The Search.</p>
<p>Programa de Mentoría Inversa en ETE</p>	<p>El programa de mentoría inversa busca que la formación se define en doble vía, donde los residentes más jóvenes y con buenas prácticas tecnológicas y enfoques pedagógicos relacionados, asuman el rol de mentores tecnológicos para los médicos más experimentados, de manera que se realicen sesiones de aprendizaje colaborativo, aquí los residentes podrán compartir sus conocimientos sobre nuevas herramientas digitales, técnicas de simulación y métodos innovadores de enseñanza. Este intercambio no sólo enriquecerá la formación de los médicos más experimentados, sino que también motivará a los residentes para apropiar habilidades de liderazgo y comunicación, creando un entorno de aprendizaje dinámico que combina la experiencia con la innovación.</p> <p>Huang, L. C., & Kuo, M. H. (2020). "Reverse Mentoring: A New Approach to Professional Development in Medical Education."</p>
<p>Crear un álbum interactivo para recopilar imágenes de ECOTE</p>	<p>La propuesta va encaminada a mejorar la motivación del residente a buscar de manera autónoma imágenes ecográficas con características adecuadas tanto técnicas, como conceptuales, siguiendo las instrucciones del álbum. De esta manera se busca estandarizar de cierta forma el aprendizaje, esto puede vincularse con un sistema de puntuación que otorgue recompensas por completar páginas del álbum de manera adecuada. Si el piloto funciona, se podría profundizar en la herramienta escalando hacia una app que le proponga al residente vías de aprendizaje basado en la calidad de las imágenes que va obteniendo (posible integración con Inteligencia artificial). Esta estrategia va encaminada hacia la homogeneización en la enseñanza, al tener una ruta similar para todos los residentes del postgrado, ya que las imágenes que deben capturar deben ir alineadas con los objetivos de aprendizaje y las competencias necesarias para dominar la ecografía transesofágica.</p>

<p>Aprendizaje Adaptativo con Simulación Avanzada y Feedback en Tiempo Real</p>	<p>Se propone un modelo de enseñanza basado en aprendizaje adaptativo utilizando sensores táctiles en el ecocardiograma transtorácico intraquirúrgico de manera progresiva, basado en fases</p> <p>Fase de simulación háptica, usando sensores de retroalimentación táctil (hápticos) que replican la sensación experimentada durante el ETE, permite practicar la manipulación de la sonda y mejorar la coordinación mano-ojo en la obtención de imágenes de calidad.</p> <p>Fase de realidad aumentada (RA), durante esta fase utilizando gafas de RA o tabletas, los residentes ejecutan sobre el ETE en un escenario específico, esto facilita la comprensión de la anatomía tridimensional.</p> <p>Fase de Inteligencia Artificial y feedback en tiempo real, un software de IA analiza la calidad de las imágenes obtenidas y proporciona retroalimentación inmediata, la IA adapta el nivel de dificultad del entrenamiento según el desempeño del residente, proponiendo nuevos escenarios clínicos con dificultades graduables y ascendentes</p> <p>Fase de Evaluación en Pacientes Reales con Supervisión, los residentes aplican sus habilidades en pacientes intra quirúrgicos reales bajo supervisión directa, se utilizan registros de desempeño previos para personalizar la orientación y corrección de cada residente.</p> <p>Aparicio-Gómez, O., & Aparicio-Gómez, W. (2024). Innovación educativa con sistemas de aprendizaje adaptativo impulsados por Inteligencia Artificial. <i>Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa</i>, 4(2), 343-363. https://doi.org/10.51660/ripie42222</p>
---	--

2.5.2 Referencias de Innovación Pedagógica

Teniendo en cuenta las diferentes propuestas del equipo de innovación para abordar el problema educativo, consideramos que la creación de un álbum interactivo de imágenes de ecocardiografía transesofágica, alternativa resultante del proceso de análisis. En primer lugar, esta estrategia atiende de manera directa dos de las tres causas de primer nivel identificadas en el problema de aprendizaje: Al motivar a los estudiantes a recopilar las mismas imágenes, se logra una estandarización en la búsqueda activa. Dicha recopilación

puede organizarse de forma lógica según la facilidad técnica para la obtención de cada imagen, su frecuencia clínica (por ejemplo, es más probable que un residente tenga acceso a un caso de estenosis aórtica que a la corrección de un corazón hipoplásico izquierdo), y la relevancia clínica de las patologías. Esto brinda un plan de ruta claro para el residente, facilitando la progresión en su formación práctica.

Asimismo, la incorporación de un sistema de puntuación por cada imagen conseguida y la entrega de reconocimientos simbólicos a medida que se completa el álbum, constituyen un incentivo significativo para que los residentes se esfuercen en lograr imágenes de mayor calidad en un contexto clínico real. Incluso se abren posibilidades de aprendizaje colaborativo, puesto que los residentes podrían acudir al docente cuando encuentren dificultades al obtener una determinada vista ecocardiográfica.

Se encuentra dentro de las referencias alternativas realmente potenciales (**Tabla 5**), que mediante esta propuesta llegan a solucionar las limitantes de estas, como, por ejemplo: La adquisición de equipos de simulación presenta costos potencialmente prohibitivos para su implementación a corto plazo. Por su parte, si bien la idea de un prototipo de aprendizaje inmersivo con realidad virtual resulta muy atractiva, en la actualidad no existe un modelo comercial plenamente disponible. De hecho, aunque el coordinador académico ha tenido la oportunidad de interactuar con una plataforma de simulación de ECOTE en realidad virtual, este se encuentra en etapas iniciales y aún no emula con fidelidad la práctica de la ECOTE en un entorno real.

Tabla 5. Referencias Comparativas, Relación y Objetivos (Matriz análisis de Benchmarking)

Referencias Comparativas, Relación y Objetivo					
Nombre de la innovación	Institución en la cual se lleva a cabo la innovación	Nivel educativo	En qué país se desarrolla	Características de la innovación o acción educativa	Cuál es la diferencia con nuestra propuesta
Aprendizaje Adaptativo con Simulación Avanzada	Universidad de Edimburgo	Postgrado Médico quirúrgico	Reino Unido	Implementación de realidad aumentada para la enseñanza de procedimientos anatómicos y quirúrgicos. Los residentes practican en modelos 3D interactivos antes de realizar procedimientos en pacientes. Aumentó la precisión en la identificación de estructuras anatómicas y la seguridad en la ejecución de técnicas invasivas	Nuestra propuesta permite al fellow autogestionar su aprendizaje utilizando una herramienta digital en tiempo real, para la captura de imágenes, con validación de calidad, con la ventaja operativa de realizarlo sobre paciente con la supervisión constante del instructor.
Role of Simulation in Perioperative Echocardiography Training: Current Evidence and Future Directions	University of Pittsburgh	Postgrado de Anestesiología	Pittsburg, PA, USA	Educación médica basada en la simulación.	La diferencia de esta innovación con la nuestra es: En nuestra propuesta se debe realizar la búsqueda activa de las estructuras y patologías cardiacas

					intraoperatorias. Haciéndolo progresivamente desde la normalidad hasta las patologías más avanzadas de forma constructiva, con retroalimentación del docente y gamificación a través de logros virtuales de progreso.
Álbum de signos radiológicos Navarro-Sanchis, E. L., & Sendra-Portero, 2005	Department of Radiology, Hospital Costa de Sol, Marbella, Malaga	Pregrado de la facultad de medicina y postgrado del programa de radiología	España	Presentan un álbum interactivo para el aprendizaje de signos radiológicos, los cuales fueron recopilados e indexados por los instructores, para presentarlos de manera interactiva en Power Point	A diferencia de nuestra propuesta donde el estudiante debe buscar y obtener activamente las imágenes indicadas en el álbum, esta propuesta recopila las imágenes a manera de un texto de referencia con menús interactivos que facilitan la búsqueda de imágenes de referencia.

3 TEACH IN LAB II

Esta fase corresponde al proceso de implementación, partiendo del prototipado e iteración de la innovación. En las siguientes secciones se describe detalladamente como el equipo innovador propone la realización de un álbum interactivo para resolver el problema educativo descrito anteriormente, y basados en las últimas fases de la metodología del design thinking ejecuta dos ciclos de iteración que logran materializar la idea en un prototipo funcional, que resuelve en gran medida el problema educativo encontrado.

3.1 Clasificación de la innovación pedagógica

Desde la perspectiva de la clasificación de las innovaciones, esta propuesta se considera una innovación incremental con impacto transformador. Según la teoría de (Rogers & Scott, 1997) sobre la difusión de innovaciones, se trata de una innovación evolutiva, ya que no reemplaza completamente el modelo de enseñanza actual, sino que lo optimiza al integrar herramientas digitales y estrategias pedagógicas mejoradas. Este tipo de innovación se sitúa entre la evolución y la transformación, ya que busca perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje sin generar una disrupción total en la estructura curricular existente. La implementación de un álbum interactivo de ecocardiografía transesofágica refuerza el aprendizaje basado en competencias, asegurando una adquisición más homogénea y efectiva de habilidades críticas en anestesia cardiorácica.

3.2 Priorización de Hipótesis

En el proceso de diseño e implementación de la solución de innovación pedagógica enfocada en mejorar la formación en ECOTE en el programa de anestesia cardiotorácica, el equipo inicialmente cometió un error al formular un número excesivo de hipótesis a corto, mediano y largo plazo (**Anexo 3** Priorización de la hipótesis), lo que dificultó la claridad y focalización del proceso de validación con los usuarios.

Después de recibir retroalimentación por parte de la tutora, se realizó un ejercicio riguroso de reflexión y decantación, que permitió identificar y priorizar tres hipótesis específicas, claramente delimitadas y enfocadas en la fase inicial del desarrollo del prototipo, asegurando su relevancia y posible validación en el corto plazo. Las hipótesis priorizadas finalmente fueron las siguientes: (**Anexo 4** Diseño del experimento)

Hipótesis de deseabilidad: Creemos que los residentes estarán motivados por utilizar el álbum interactivo digital como herramienta pedagógica para mejorar sus habilidades técnicas en ECOTE.

Hipótesis de factibilidad: Consideramos que FileMaker puede ser una herramienta efectiva y técnicamente viable para desarrollar el prototipo del álbum interactivo, facilitando la recopilación y evaluación estructurada de imágenes obtenidas por los residentes.

Hipótesis de viabilidad: Sostenemos que los costos asociados al desarrollo e implementación del álbum interactivo se justifican plenamente por las mejoras esperadas en la formación práctica y en la calidad técnica de las imágenes intraoperatorias recopiladas.

La asignación de prioridades se basó en criterios claros derivados del análisis del problema, incluyendo la relevancia inmediata para el proceso formativo, la facilidad para recopilar evidencias en la etapa de validación inicial y la potencialidad para generar un impacto significativo y observable a corto plazo. Las hipótesis descartadas o postergadas, aunque importantes, carecían en esta etapa de evidencia suficiente o resultaban demasiado amplias, dificultando su validación efectiva en el tiempo inicialmente previsto. La evidencia para estas hipótesis no priorizadas queda documentada en la bitácora inicial y sirve como base para futuras iteraciones del proyecto, asegurando una visión estratégica de largo plazo y una mejora continua del proceso educativo.

3.3 Implementación de la Innovación Pedagógica

Estas tres hipótesis constituyen la base conceptual del proyecto y establecen un marco sólido para avanzar en el diseño del prototipo, la planificación de su implementación y la evaluación de su impacto en la práctica educativa y clínica, para cada una de ellas se realizó un proceso sistemático en el cual a partir de las hipótesis se diseñaron instrumentos o actividades que permitieran medir y corroborar si estas eran correctas, estos resultados se comparaban con nuestras expectativas de los mismos al momento de formular las hipótesis, y estos contrastes nos permitían además de comprobar o descartar la hipótesis, tomar decisiones de viabilidad de la propuesta así como los futuros pasos a seguir.

3.3.1 Diseño del experimento

Para validar las hipótesis priorizadas en el proyecto de innovación educativa enfocado en la ecocardiografía transesofágica, se llevaron a cabo tres experimentos específicos estructurados en torno a cada una de las hipótesis:

Hipótesis de deseabilidad: "Creemos que los residentes estarán motivados por utilizar el álbum interactivo digital como herramienta pedagógica para mejorar sus habilidades técnicas en ECOTE".

Se realizaron entrevistas semiestructuradas y encuestas tanto a los fellow como a los docentes clínicos del programa de anestesia cardiotorácica. En los cuales se explicó el concepto de álbum interactivo digital, la dinámica del álbum, y el componente de gamificación asociado a la propuesta, ambos actores fueron receptivos con la idea y estuvieron de acuerdo que podría tener un impacto positivo en la motivación de los fellow y que podría ayudar a mejorar las competencias procedimentales, los docentes hicieron la observación de que el contenido de las láminas debía verificarse que fuera correcto, mientras que los estudiantes nos comunicaron que consideraban muy necesario que existieran mecanismos de retroalimentación que les indicaran si estaban capturando imágenes de buena calidad o no.

Hipótesis de factibilidad: "Consideramos que FileMaker puede ser una herramienta efectiva y técnicamente viable para desarrollar el prototipo del álbum interactivo".

Para evaluar esta hipótesis, se diseñó un algoritmo de relación de tablas (**Figura 2**) y se definieron claramente los procesos necesarios que debían realizar los diferentes usuarios (fellow y docentes) para que el álbum interactivo fuera materializable como una aplicación

móvil (**Figura 3**). El grupo de innovación revisó estos procesos y determinó que estaban claramente alineados con los objetivos pedagógicos y eran suficientemente intuitivos para su desarrollo inicial en una aplicación. Tras esta evaluación positiva, FileMaker fue seleccionada como la plataforma idónea para el desarrollo inicial del prototipo.

Figura 2. Esquema de relación de tablas. Modelo conceptual prototipo I

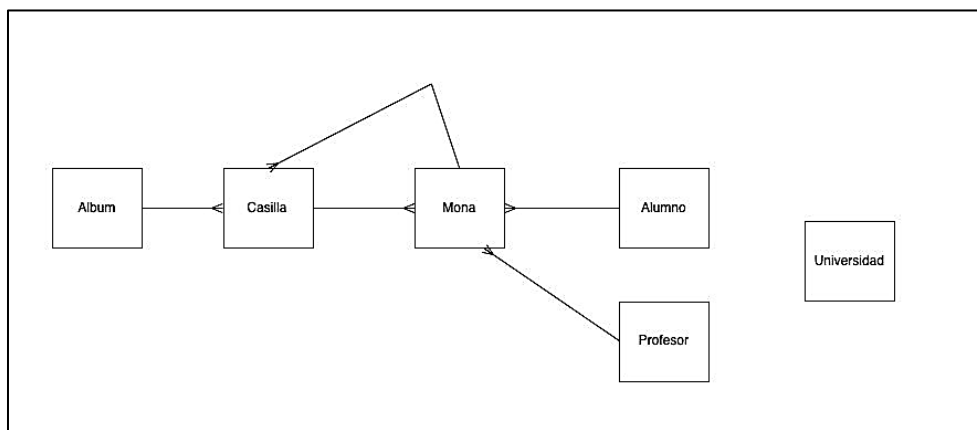
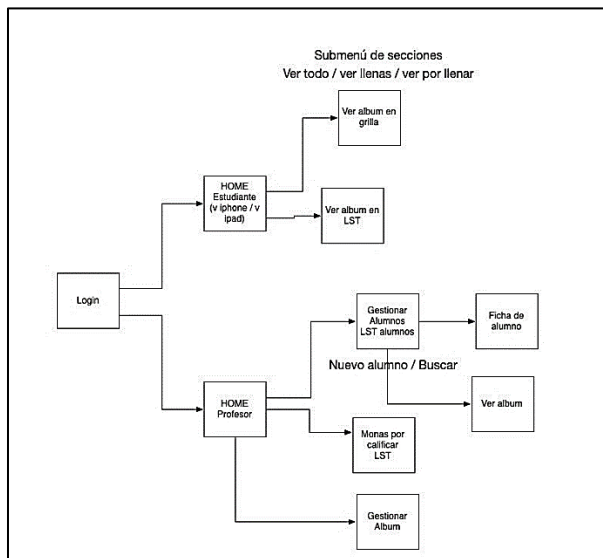


Figura 3. Mapa conceptual de procesos necesarios para el álbum interactivo



Hipótesis de viabilidad: "Sostenemos que los costos asociados al desarrollo e implementación del álbum interactivo se justifican plenamente por las mejoras esperadas en la formación práctica y en la calidad técnica de las imágenes intraoperatorias recopiladas".

Para esta hipótesis, se realizó un presupuesto inicial del proyecto, detallando los recursos disponibles y aquellos que debían adquirirse. El valor inicial estimado para completar el proyecto ascendió a aproximadamente 46 millones de pesos colombianos. El grupo de innovación evaluó este presupuesto, en donde se evidenció que varios de los recursos estaban a disposición del grupo, ya que uno de los miembros posee un servidor con licencia de FileMaker el cual podía utilizarse para el desarrollo inicial de la App, y lo sometió a votación interna, concluyendo que el monto era viable y justificable en función de los beneficios educativos y prácticos esperados del álbum interactivo.

El conjunto de experimentos fue desarrollado con rigor y sistematización, documentado mediante bitácoras, registros fotográficos y entrevistas grabadas, lo que permitió validar integralmente las tres hipótesis priorizadas. Los soportes de estos anexos se pueden observar en el **Anexo 5** Implementación y documentación Primera Iteración

3.3.2 Documentación de aprendizajes sobre la Implementación

La implementación de la primera versión del prototipo proporcionó múltiples aprendizajes clave que permitieron optimizar la solución inicial diseñada en el Teaching Innovation Laboratory I:

Motivación y aceptación: Los fellow manifestaron una percepción positiva sobre el concepto de un álbum interactivo digital, destacando su claridad, intuitividad y utilidad pedagógica. Esto confirmó la importancia de diseñar herramientas interactivas que se alineen con las preferencias tecnológicas y educativas actuales de los estudiantes.

Retroalimentación efectiva: Se identificó una carencia en la retroalimentación inicial del prototipo, lo que resaltó la necesidad crítica de desarrollar mecanismos de retroalimentación inmediatos y significativos para mantener la motivación y asegurar la calidad de los resultados educativos.

Viabilidad técnica y económica: La implementación permitió comprobar que los recursos conceptuales y económicos disponibles eran suficientes para desarrollar una herramienta educativa efectiva, facilitando una planificación adecuada para futuras iteraciones y escalamiento del proyecto.

Homogeneización del aprendizaje: La implementación inicial reveló que es posible estandarizar de manera efectiva el aprendizaje de ECOTE mediante un álbum interactivo que guía claramente las expectativas y procedimientos técnicos a seguir, lo que apunta a un potencial importante para reducir la heterogeneidad en los niveles competenciales alcanzados por los fellow.

En conclusión, la implementación del prototipo del álbum interactivo digital aportó significativamente al perfeccionamiento de la solución pedagógica inicial, subrayando áreas específicas como la retroalimentación y la estandarización, fundamentales para asegurar un

impacto sostenido y amplio en la formación de especialistas en ecocardiografía transesofágica.

3.4 Iteración de la Innovación Pedagógica

Tras el desarrollo de la primera iteración se obtuvieron datos de aprendizaje que permitieron establecer mejoras al algoritmo del álbum y se procedió a materializar la idea en la plataforma Filemaker, este proceso tuvo una duración de 3 semanas aproximadamente hasta llegar a un prototipo funcional que permitiera realizar pruebas, con usuarios reales como se evidencia en el **Anexo 6** Demo del segundo prototipo. Este prototipo fue presentado al grupo de innovación quienes dieron el visto bueno para correr las pruebas con un fellow y un profesor.

3.4.1 Diseño de la Iteración

Tras mejorar aspectos técnicos de navegabilidad, clarificación de rutas internas del algoritmo, y evidenciar el funcionamiento óptimo de la carga de imágenes según la solicitud impuesta por el álbum, y la confirmación de adecuado funcionamiento del proceso de evaluación formativa, se procede brindar el acceso a la nueva iteración para navegación durante 2 semanas por parte el fellow y del docente, para poder evaluar los diferentes aspectos de interés, el impacto en la motivación tanto de los fellow por capturar imágenes, así como el de los docentes para hacer la calificación de las imágenes subidas a la app, se diseñaron 4 cuestionarios 2 preexposición a la app 1 para el docente y otro para el fellow, y 2 cuestionarios adicionales los cuales se aplicaron a las dos semanas de exposición a la app,

adicionalmente, una vez el fellow y el docente se les dio una capacitación sobre el uso de la app y los procesos pertinentes para cada uno de ellos, así como se le solicitó al docente verificar la calidad y veracidad del contenido subido a la app desde el punto de vista teórico Anexo 7 Encuesta preexposición Fellow, Anexo 8 Encuesta preexposición Docente, Anexo 9 Encuesta post exposición Fellow y el Anexo 10 Encuesta post exposición Docente.

De manera paralela, uno de los miembros del equipo de innovación monitorizó el uso de la App por parte de los dos usuarios piloto para medir el uso de la herramienta, y si surgían errores en los procesos o fallos técnicos dentro de la aplicación.

3.4.2 Documentación de aprendizajes y descubrimiento de insights

La implementación de la segunda iteración del prototipo del álbum interactivo digital permitió validar y ampliar las funciones operativas de la herramienta, fortaleciendo la evaluación en tiempo real, la recolección de imágenes y los procesos de retroalimentación.

De tal forma se considera que los aprendizajes derivados de esta fase pueden incluir: (1) los usuarios manifestaron interés por el uso regular de la herramienta, (2) se observó que el álbum puede influir de manera positiva en el aprendizaje técnico del fellow y como estrategia pedagógica asistida del docente ya que durante el periodo de observación las 30 laminas del álbum propuestas para esta primera fase fueron capturadas por el fellow, (3) la herramienta es reconocida como una innovación que puede mejorar las habilidades cognitivas y procedimentales del fellow como lo reconoce en el cuestionario post exposición, (4) a pesar de su utilidad se observan limitantes operativas especialmente para el docente quien a pesar

de haber referido que entendió el proceso de evaluación de las imágenes esto no se evidenció en la app, por lo tanto se concluye que este proceso requiere de simplificación para hacerlo más intuitivo para el usuario, por otro lado para el fellow el sistema de calificación de “todo o nada” planteado inicialmente no permite retroalimentar al fellow sobre fallos específicos que este teniendo al momento de subir una imagen, esto fue manifestado por el fellow al referir que con una imagen realizó varios intentos que no fueron aprobados, lo cual causó un poco de frustración al no saber por qué no conseguía el objetivo propuesto, (5) se reconoce el enfoque académico y el fortalecimiento pedagógico y técnico más allá de su comercialización, (6) y la posibilidad de expandir el uso del álbum a otros escenarios académicos clínicos, ya que debido a su planteamiento la app permite la creación de diferentes álbumes dentro de la misma los cuales pueden abarcar diversas especialidades médicas en la cual esta dinámica se pueda aprovechar por ejemplo radiología, o anestesia regional. Estos hallazgos se encuentran sustentados en el **Anexo 11** Diseño de la iteración y el **Anexo 12** Iteración de la innovación y documentación de aprendizajes, adicionalmente en el **Anexo 13** Mejoras del prototipo 3era iteración parte I y **Anexo 14** Parte 2 se pueden apreciar los cambios realizados en la app a partir de las observaciones y reflexiones de esta fase.

En conclusión, creemos que el álbum interactivo de ECOTE es una propuesta innovadora que resuelve varias de las causas del problema educativo planteado, razón por la cual creemos que se debe seguir con el proceso como se explica en la sección de agenda futura.

3.5 Propuesta de Valor de la Innovación Pedagógica

La propuesta de valor de la solución de innovación pedagógica diseñada, que consiste en un **álbum interactivo de ecocardiografía transesofágica**, está centrada en proporcionar una experiencia educativa motivadora y estructurada para residentes en anestesia cardiotorácica. Esta solución responde directamente a las necesidades identificadas por los usuarios, tales como la ausencia de una ruta clara de aprendizaje, la disponibilidad inconsistente del docente, secundaria a la diversidad de la complejidad de las situaciones clínicas a las que se enfrentan y las dificultades para desarrollar competencias prácticas avanzadas.

El valor diferencial del álbum interactivo respecto a otras soluciones existentes radica en varios aspectos clave. Primero, su naturaleza gamificada, mediante un sistema de puntos y bonificaciones, impulsa la motivación intrínseca del residente, haciendo que el aprendizaje sea atractivo y recompensante. En segundo lugar, su accesibilidad continua desde dispositivos móviles permite a los estudiantes gestionar autónomamente su proceso formativo, eliminando la dependencia exclusiva del docente presencial. Adicionalmente, el enfoque visualmente atractivo del álbum facilita el entendimiento tridimensional de la anatomía cardíaca, elemento fundamental que tradicionalmente ha sido una limitante para los residentes.

Otro aspecto significativo de diferenciación es la integración de espacios constantes para la retroalimentación y la heteroevaluación, permitiendo la comparación y el aprendizaje colaborativo entre pares. Esto no solo promueve un aprendizaje más uniforme y objetivo, sino que también fortalece las competencias procedimentales necesarias para obtener

imágenes ecocardiográficas de calidad, cumpliendo así uno de los principales objetivos que los residentes buscan realizar durante su formación.

Finalmente, esta solución pedagógica se distingue por su capacidad de generar alegría y satisfacción personal en los residentes, al establecer objetivos claros y homogéneos, que les permiten sentirse seguros y competentes al finalizar su fellow, disminuyendo la variabilidad en el dominio procedimental y mejorando significativamente la calidad clínica final de las evaluaciones ecocardiográficas realizadas por los residentes.

De esta manera, el álbum interactivo ECOTE ofrece una propuesta integral que combina autonomía, motivación, aprendizaje colaborativo y retroalimentación continua, diferenciándose claramente de otras alternativas disponibles y respondiendo efectivamente a las necesidades detectadas en el contexto educativo específico.

4 Conclusiones

La innovación pedagógica como disciplina, ha permitido la mejora constante de los escenarios académicos, partiendo de la observación detallada de los actores, la clarificación de sus necesidades más sentidas y la idea creativa y disruptiva de solucionar una o varias de estas.

Esto nos impulsa a embarcarnos en un proceso de descripción, identificación, ideación, concreción y acción, todas estas intervenciones centradas en el actor principal (individuos o comunidades), sobre cual deben girar todas las intervenciones tendientes a dar solución a las necesidades identificadas.

Es así como nosotros con la firme convicción que la adquisición de conocimientos y habilidades, que nos permitan surtir el proceso para la construcción de una innovación pedagógica, fundamentada en la información facilitada por la especialización a través de los docentes y tutores de los diferentes ciclos, y con la capacidad para usar, construir y deconstruir herramientas, nos hemos propuesto elaborar y poner a prueba una innovación que impacte de manera significativa la formación avanzada cognitiva y procedimental de los cursantes de un segunda especialización médico-quirúrgica en el área de anestesiología cardiotorácica.

La ejecución de este reto parte de la necesidad de nosotros como docentes en educación superior en el ámbito de las ciencias de la salud, en el entorno de formación de los “fellow” o residentes de segunda especialidad, conocida en otras latitudes como “fellowship”, esto nos impulsa a adquirir conocimientos que parten de las teorías de aprendizaje y los métodos pedagógicos.

Esto se soporta sobre el constructo que considera a la innovación como un proceso de creación, adaptación y apropiación de nuevas ideas, métodos, experiencias y herramientas, que buscan mejorar algún aspecto, y se logre solucionar de manera eficaz una “necesidad”.

Esto demuestra que no debe ser ajena al proceso de aprendizaje, pues nos permite como facilitadores, atraer a los alumnos y hacer más comprensible la razón del por qué aprender y la utilidad de lo que se aprende, esto devela el importante papel del profesor como mediador de la adquisición del conocimiento, no necesariamente un impartidor de conceptos, sino un facilitador del proceso, aprovechando el impacto que puede tener sobre la motivación interna y la curiosidad que puede despertar en el alumno el conocimiento, si este se presenta de

manera amable, asertiva y con una finalidad, no necesariamente inmediata, pero que le permitirá en adelante poder dar respuesta a los retos de la vida, no solamente académicos, sino también afectivos y pragmáticos.

Esto muestra que si bien el aprendizaje y los diferentes modelos pedagógicos son un cúmulo de conceptos aplicables a la formación del individuo. Es claro que el centro del proceso debe ser alumno en sí mismo; de él también debe partir el deseo por adquirir conocimientos útiles para el desarrollo de su proyecto de vida y el aporte a la sociedad, esta última como una suerte de retribución a las experiencias obtenidas por ser miembro de esta. Esto muestra el rol activo del docente como guía y orientador en el contexto de una formación integrada y si es posible con los mejores elementos de cada corriente educativa.

La opción de estrategia para utilizar en el desarrollo y posterior puesta a prueba e implementación de la innovación pedagógica ha sido el **Design Thinking**; proceso complejo de pensamiento para concebir nuevas realidades, que expresa la introducción de la cultura del diseño y sus métodos en el campo educativo, su estructura facilita una profunda comprensión del problema educativo.

Sus diferentes fases, nos han permitido lograr la adquisición de aspectos cognitivos que facilitaron tras un proceso estructurado de generación de hipótesis, factibilidad e impacto en el escenario académico. Alcanzar a reconocer la(s) necesidades de los fellow en cuanto a las habilidades requeridas para un adecuado manejo de la ecocardiografía transesofágica intraoperatoria en las intervenciones de cirugía cardiovascular.

El enfoque centrado en el usuario, especialmente en la fase de empatía, permitió reconocer de forma clara y sistemática las necesidades y dificultades reales que enfrentan tanto docentes como estudiantes en la enseñanza de habilidades complejas como la ECOTE, este método nos ayudó a profundizar en la percepción y experiencia directa de los involucrados.

También percibimos que se logró una efectiva integración de metodologías activas, dado que la combinación del **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)** y el **Aprendizaje Basado en Investigación (ABI)** nos permitió generar escenarios pedagógicos realistas y estimulantes que favorecieron el aprendizaje significativo y autónomo. Estas metodologías activas potenciaron el pensamiento crítico, facilitando el desarrollo de habilidades de análisis y síntesis en contextos reales de desempeño clínico.

Así mismo, reconocimos el valor agregado de combinar teorías de aprendizaje experiencial con tecnologías emergentes, para mejorar significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje en los fellow.

Durante el desarrollo de la fase de empatía y definición, logramos identificar factores clave como la falta de uniformidad en la supervisión docente y en la motivación del estudiante, lo que permitió integrar esta información a la fase de ideación, pensando en diseñar una solución adaptada a estas necesidades específicas, a través de espacios de trabajo grupal incluyendo de pensamiento divergente (explorar muchas y diversas ideas) y de pensamiento convergente (encontrar la respuesta más adecuada).

Observamos que la heterogeneidad en los métodos docentes afecta directamente la uniformidad en el aprendizaje práctico, y dio fundamento a una de las principales

necesidades a intervenir, como es la de homogenizar las prácticas educativas mediante la implementación de estrategias pedagógicas unificadas para alcanzar niveles avanzados de competencia, de ahí la idea del desarrollo de un álbum interactivo digital para la recopilación de imágenes ecográficas, que propone una solución innovadora centrada en el estudiante, promoviendo el aprendizaje autónomo mediante la gamificación, la retroalimentación constante y la motivación intrínseca.

Esta motivación influye significativamente en el nivel de competencia alcanzado, destacando la importancia de estrategias de enseñanza que estimulen continuamente el interés y el compromiso del estudiante. Lo que se mostró en la fase de ideación, tras un proceso de pensamiento convergente, es que las necesidades documentadas en el grupo de fellow con las entrevistas aplicadas, resaltan que, aunque la teoría es sólida, existe una brecha en la integración práctica, siendo vital establecer espacios sistemáticos para la práctica deliberada y retroalimentación inmediata, lo que es percibido por los fellow como un estimulante externo al ser usuarios activos de la herramienta.

Desde la perspectiva profesoral, los docentes consideran que la implementación de propuestas pedagógicas basadas en realidad aumentada, modelos 3D y dispositivos digitales, permitiendo mejorar significativamente la correlación anatómica y la precisión diagnóstica, esenciales en ECOTE, esto de la mano de la implementación de mentoría inversa, estrategia que posibilita un aprendizaje bidireccional, integrando la experiencia del especialista con el dominio de las tecnologías por parte de los fellow, creando ambientes dinámicos e innovadores de formación médica.

Durante el diseño e implementación del prototipo pedagógico, se afrontaron desafíos como la disponibilidad limitada de recursos tecnológicos avanzados y la resistencia inicial al cambio por parte de algunos docentes. Estos retos fueron superados mediante una planificación estratégica y la adopción de tecnologías accesibles y adaptadas al contexto real.

Nos parece razonable que el impacto de esta innovación sería más acentuado si como estrategia de entrada se incorporan cursos obligatorios iniciales para garantizar que todos los estudiantes comiencen su formación con habilidades homogéneas, contribuyendo a reducir significativamente la variabilidad observada y potenciar la utilidad la herramienta digital; de tal forma que la creación del álbum interactivo con gamificación permitirá estimular la búsqueda activa y autónoma de imágenes clínicas relevantes, facilitando una curva progresiva y uniforme de adquisición de habilidades procedimentales.

Durante la fase de prototipado y testeo, gracias a las opiniones brindadas por los usuarios, se lograron detectar falencias reales y potenciales de la plataforma, así como la necesidad imperiosa por parte de los usuarios de tener una aplicación estable, que permitiera navegar sin limitaciones y con fácil usabilidad. Es así como hay consenso en que el uso regular de herramientas de evaluación práctica, tales como las listas de calificación y el proceso de retroalimentación descriptiva, fortalece la adquisición consistente y uniforme de competencias técnicas en la ECOTE.

Como reflexión global consideramos que el desarrollo e implementación de este proyecto de innovación nos permitió fortalecer habilidades fundamentales como la creatividad, la flexibilidad cognitiva, y la capacidad de comunicación efectiva, aportando a nuestro desarrollo profesional y académico; esto demuestra cómo la pedagogía, puede mejorar

mediante procesos estructurados de innovación. Así mismo creemos que parte del éxito del proceso innovador se apalanco en la colaboración interdisciplinaria entre docentes y fellow, y con el conocimiento fundamental del miembro del grupo investigador con experticia en tecnología educativa que es esencial para construir soluciones efectivas, sostenibles y escalables en el entorno digital.

De igual manera, la experiencia plantea nuevos interrogantes y desafíos, en particular sobre cómo evaluar efectivamente el impacto de estas estrategias pedagógicas innovadoras en la adquisición de las habilidades y la competencia profesional, así como la forma más expedita de adaptarla eficientemente a otras especialidades médicas o contextos educativos diferentes.

Finalmente estamos convencidos que la incorporación de innovaciones pedagógicas como simulación clínica avanzada, mentoría inversa y aprendizaje interactivo confirmó que la transformación de modelos educativos tradicionales hacia modelos centrados en competencias prácticas y autonomía estudiantil es fundamental para mejorar la calidad educativa en ciencias de la salud.

5 Agenda futura

La sostenibilidad y el impacto de una innovación pedagógica dependen de su capacidad para evolucionar y adaptarse de acuerdo con los aprendizajes derivados de su implementación y de las necesidades del entorno. En esta sección se establece la ruta estratégica para la consolidación, optimización y potencial escalamiento del álbum interactivo de ECOTE, proyectando acciones y metas en el corto, mediano y largo plazo.

5.1 Corto plazo (0-6 meses): Implementación y ajuste inicial

Objetivo: Desarrollar e implementar la versión completa del álbum interactivo, asegurando la cobertura de todos los temas esenciales de la ecocardiografía transesofágica en anestesia cardiovascular.

Acciones específicas: Desarrollo de contenido integral: Completar la curaduría y digitalización de las láminas del álbum, incluyendo cortes estándar, anatomía básica y patológica, descripciones de grados de severidad, mediciones de estructuras cardíacas, anatomía de procedimientos quirúrgicos y cálculos hemodinámicos.

Optimización de la retroalimentación: Mejorar el mecanismo de feedback inmediato y diferido para el estudiante y los docentes, con énfasis en la utilidad pedagógica y la claridad de los criterios de evaluación.

Profundización de la gamificación: Integrar un sistema de ranking, notificaciones emergentes (pop-ups) y recompensas virtuales que incentiven la participación, el logro de metas y la finalización del álbum por parte de los estudiantes.

Validación técnica: Realizar pruebas piloto con grupos focales de fellow y docentes para identificar errores, ajustar la usabilidad y perfeccionar el flujo de navegación de la aplicación.

Identificación de aliados: Iniciar conversaciones con posibles aliados estratégicos (otras universidades, sociedades científicas, departamentos de educación médica y líderes de opinión) interesados en la innovación.

Sostenibilidad financiera: La financiación inicial será asumida por los creadores del proyecto, pero se evaluarán alternativas de apoyo institucional, becas educativas y fondos de innovación pedagógica.

Retos esperados: (1) Garantizar la cobertura y calidad de todos los contenidos en un tiempo limitado. (2) Mantener la motivación de los participantes durante el proceso iterativo. (3) Lograr la integración fluida de los sistemas de gamificación y retroalimentación en la experiencia del usuario.

5.2 Mediano plazo (6-12 meses): Optimización, escalado y alianzas

Objetivo: Evaluar el impacto pedagógico, ajustar la solución según la retroalimentación de usuarios, y proyectar la expansión hacia nuevos contextos académicos y clínicos.

Acciones específicas: Evaluación de resultados: Aplicar encuestas y entrevistas semiestructuradas a usuarios (fellow, docentes y egresados) para medir el impacto en la motivación, adquisición de competencias y homogeneización del aprendizaje.

Ajustes derivados de la retroalimentación: Optimizar la interfaz, los contenidos y los mecanismos de gamificación según los comentarios recibidos.

Socialización y difusión: Presentar resultados preliminares en congresos, jornadas académicas y reuniones de sociedades científicas de anestesia y ecocardiografía, tanto a nivel nacional como internacional.

Identificación de mercados potenciales: Explorar el interés de otras subespecialidades y especialidades médicas que integren la ecografía como competencia clave (ej.

emergenciólogos, anesestiólogos generales, radiólogos, intensivistas, cirujanos, gineco obstetras e internistas.).

Desarrollo multiplataforma: Valorar el diseño de la aplicación como software independiente, adaptable a dispositivos móviles (iOS, Android) y de fácil acceso para usuarios externos a la institución de origen.

Automatización de la evaluación: Iniciar el desarrollo y pruebas piloto de módulos de inteligencia artificial para la evaluación automática de la calidad de las imágenes subidas, con el fin de disminuir la carga operativa de los docentes ante una posible masificación.

Formalización de alianzas: Establecer acuerdos de colaboración con universidades, centros de simulación, sociedades científicas y proveedores tecnológicos para el escalamiento y sostenibilidad de la solución.

Retos esperados: (1) Superar barreras tecnológicas para el despliegue multiplataforma y la automatización de evaluaciones. (2) Lograr acuerdos de colaboración y/o licenciamiento con otras instituciones. (3) Adaptar la innovación a diferentes contextos culturales y curriculares.

5.3 Largo plazo (>12 meses): Consolidación, expansión y sostenibilidad

Escalamiento regional e internacional: Adaptar el álbum interactivo para su uso en otros programas de formación en Latinoamérica, promoviendo estándares comunes y el desarrollo de redes colaborativas de aprendizaje.

Investigación continua: Generar y publicar evidencia sobre la efectividad del álbum en la adquisición de competencias, motivación estudiantil y homogenización del aprendizaje, contribuyendo así al desarrollo de modelos pedagógicos replicables.

Actualización y mejora permanente: Implementar un proceso continuo de revisión y actualización de contenidos y funcionalidades según la evolución de las guías clínicas, tecnologías emergentes y nuevas demandas del campo.

Sostenibilidad financiera: Explorar modelos de suscripción, licenciamiento institucional o integración con plataformas de formación médica continua para asegurar la viabilidad económica a largo plazo.

6 Narrativa comunicación del proyecto

En este enlace se presenta el video de comunicación estratégica del proyecto.

https://drive.google.com/file/d/1OEbT7r8cl1pundjI_RwtOLiG6wh4YB_3/view?usp=sharing

7 Referencias Bibliográficas

- De Zubiría, J. (2016). Los modelos pedagógicos: hacia una pedagogía dialogante. En Magisterio (Ed.), Los modelos pedagógicos. Hacia una pedagogía dialogante, disponible en <https://books.google.com.co/books?id=wyYnHpDT17AC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Emperador, F., Fita, G., Arguís, M., Gómez, I., Tresandi, D., Matute, P., Roux, C., Gomar, C., & Rovira, I. (2015). The importance of intraoperative transesophageal echocardiography in the surgical decision in cardiac surgery. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación (English Edition)*, 62(1), 10-17. <https://doi.org/10.1016/j.redare.2014.03.001>
- González-Muñoz, S., Sánchez-Padilla, M. L., & Hernández-Benítez, R. (2023). Árbol de problemas como base en la investigación. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 12(23), 125-129. <https://doi.org/10.29057/icsa.v12i23.11153>
- Huang, L. C., & Kuo, M. H. (2020). Reverse Mentoring: A New Approach to Professional Development in Medical Education. *Medical Education Online*, 25(1), 1710326. <https://doi.org/10.1080/10872981.2019.1710326>
- Jaramillo-Mediavilla, L., et al. (2024). Impact of Gamification on Motivation and Academic Performance: A Systematic Review. *Education Sciences*, 14(6), 639. <https://doi.org/10.3390/educsci14060639>
- Intelligent Ultrasound. (s.f.). HeartWorks: Simulador de ecocardiografía transesofágica y transtorácica. Recuperado de <https://www.intelligentultrasound.com/heartworks/>
- Kneeshaw, J. D. (2006). Transoesophageal echocardiography (TOE) in the operating room. *Br J Anaesth*, 97(1), 77-84. <https://doi.org/10.1093/bja/ael122>
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational Virtual Environments: A Review of Research. *Computers & Education*, 56(3), 769-780.
- More Than Simulators. (s.f.). Simulador para ecografía ETE y ecocardiografía HeartWorks Dual. Recuperado de <https://morethansimulators.com/simulador/simulador-para-ecografia-ete-yecocardiografia-heartworks-dual/>
- Navarro-Sanchis, E. L., & Sendra-Portero, F. (2005). Informatics in Radiology (infoRAD): album of radiologic signs: a useful tool for training in radiologic semiology. *Radiographics*, 25(1), 257-262. <https://doi.org/10.1148/rg.251045057>
- Ortiz, A. (2024). *Modelos y enfoques pedagógicos. 2a edición: Las teorías del aprendizaje aplicadas a la elaboración del modelo pedagógico de la escuela*. Ediciones de la U.

- Peláez, S., Bacon, S. L., & Lacasse, Y. (2020). Impact of Simulation-Based Education on Clinical Outcomes in Medical Students. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 17(1), 1-11. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2020.17.1>
- Prieto, M., & Valdivieso, S. (2020). Aprendizaje Basado en Problemas: Revisión sistemática sobre su impacto en la educación médica. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 34(2), e1425.
- Ramírez, J., & Fuentes, A. (2022). Aprendizaje basado en investigación: Una revisión conceptual y metodológica. *Revista Digital de Investigación Educativa*, 14(1), 77-94.
- Sociedad Española de Imagen Cardíaca (SEIC). (s.f.). Ecocardiografía tridimensional en tiempo real (3D-TR). Recuperado el 26 de febrero de 2025, de <https://ecocardio.com/areaformacion/perlas-de-imagen-cardiaca/eco-3d-transesofagico-cuando-esindispensable.html>
- Universidad Sanitas. (s.f.). Diplomado en ecocardiografía transtorácica y transesofágica. Recuperado de <https://www.unisanitas.edu.co/diplomadoecocardiografia-transtoracica-transesofagico>
- Vall d'Hebron Centro de Simulación Clínica Avanzada. (s.f.). ECOCARSIM: Simulación en ecocardiografía. Recuperado de <https://www.vallhebron.com/es/docencia/vall-dhebron-centro-desimulacion-clinica-avanzada/programas/ecocarsim-simulacion-enecocardiografia>
- Zhang, Y., et al. (2023). Gamification and Digital Competence: A Systematic Review on Higher Education. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2179123>
- Zulfiqar, S., Zhou, R., & Asmi, F. (2021). Design Thinking in Higher Education: A Review of the Impact on Learning Outcomes. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4101-4120. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10429-2>

Cómo citar este trabajo:

Franco-Gruntorad Germán, Novoa Danny, Trillos Julio, (2025) Innovación en la Formación de Ecocardiografía Transesofágica en Anestesia Cardiovascular (Trabajo de Investigación, Especialización en Innovación Pedagógica). Bogotá D.C.: Universidad del Rosario, Colombia.