



Recibido: 2026-07-24

Aceptado: 2026-08-11

Publicado: 2026-08-28

**Efecto de una intervención lúdico-educativa multimodal sobre el
rendimiento académico en contenidos de Anatomía humana en estudiantes
de Bachillerato General Unificado de Imbabura, Ecuador, 2026**

**Effect of a multimodal playful-educational intervention on academic
performance in human anatomy content among General Unified
Baccalaureate students in Imbabura, Ecuador, 2026**

Autores

Yadira Marcela Pantoja Rivas¹
<https://orcid.org/0009-0000-9998-2056>
ympantoja@pucesi.edu.ec
**Pontificia Universidad Católica del
Ecuador**
sede Ibarra – Ecuador

Ruth Erminia Cifuentes Muriel²
ruth.cifuentes@saludzona1.gob.ec
<https://orcid.org/0009-0006-9280-5050>
Ministerio de Salud Pública
Ecuador

Patricia Gabriela Benitez³
pgbenitez@pucesi.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0001-7495-1197>
**Pontificia Universidad Católica del
Ecuador**
sede Ibarra – Ecuador

Luis Martín Arias Pardo⁴
larias244@pucesi.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0007-5309-3609>
**Pontificia Universidad Católica del
Ecuador**
sede Ibarra – Ecuador



Resumen

El objetivo fue evaluar el cambio en el rendimiento tras una intervención lúdico-educativa multimodal para la enseñanza de Anatomía humana en estudiantes de Bachillerato General Unificado. Se realizó un estudio cuantitativo, cuasiexperimental, con diseño pretest-posttest de un solo grupo, en 706 estudiantes de una institución educativa de Imbabura, Ecuador. La intervención abordó cavidades y regiones corporales, sistema cardiovascular y sistema respiratorio mediante gincanas, juegos interactivos, elaboración de modelos y prácticas anatómicas. La diferencia pretest-posttest se examinó con la prueba exacta de los signos, intervalos del 95 %, tamaño del efecto direccional y ajuste de Holm. Las nueve comparaciones por curso y contenido fueron significativas (p ajustado $< 0,001$), con valores δ entre 0,982 y 1,000. El rendimiento igual o superior a siete puntos aumentó de 10,25 % a 93,67 %. La intervención se asoció con una mejora sistemática y satisfacción, aunque la ausencia de grupo control limitó la inferencia causal.

Palabras clave: Anatomía humana, aprendizaje lúdico, bachillerato, gamificación, estudio cuasiexperimental.



Abstrac

The objective was to evaluate changes in academic performance following a multimodal game-based educational intervention for teaching human anatomy to upper-secondary students. A quantitative, quasi-experimental, one-group pretest-posttest study was conducted with 706 students from an educational institution in Imbabura, Ecuador. The intervention addressed body cavities and regions, the cardiovascular system, and the respiratory system through educational challenges, interactive games, model construction, and anatomical practice. Pretest-posttest differences were examined using the exact sign test, 95% confidence intervals, directional effect sizes, and Holm adjustment. All nine comparisons by grade and content were statistically significant (adjusted $p < 0.001$), with δ values ranging from 0.982 to 1.000. The proportion of scores equal to or above seven increased from 10.25% to 93.67%. The intervention was associated with systematic improvement and high student satisfaction. Satisfaction response rates varied across grades and required further cautious interpretation; however, the lack of a control group limited causal inference.

Keywords: Human anatomy; game-based learning; upper-secondary education; gamification; quasi-experimental study.

Introducción

La Anatomía humana constituye un componente esencial de la educación científica porque proporciona las bases para comprender la organización del cuerpo, las relaciones entre sus estructuras y el funcionamiento integrado de los sistemas corporales. Su aprendizaje no se limita a la adquisición de vocabulario especializado, sino que exige relacionar conceptos morfológicos, espaciales y funcionales para construir explicaciones coherentes sobre el organismo humano. Esta integración resulta especialmente relevante durante el Bachillerato General Unificado, etapa en la que se consolidan competencias científicas necesarias para interpretar fenómenos biológicos, adoptar decisiones informadas sobre la salud y orientar futuras trayectorias formativas. La literatura especializada sostiene que la modernización de la enseñanza anatómica debe superar la transmisión fragmentada de contenidos y favorecer experiencias que articulen observación, representación, análisis y aplicación del conocimiento (Sugand et al., 2010; Estai & Bunt, 2016).

El aprendizaje de la Anatomía presenta dificultades particulares debido a la extensa terminología, la organización jerárquica de las estructuras, la necesidad de orientación tridimensional y la integración simultánea de las relaciones entre forma y función. Cuando estos contenidos se enseñan predominantemente mediante exposiciones verbales, textos e imágenes bidimensionales, los estudiantes pueden construir representaciones parciales o desarticuladas del cuerpo humano. Los metaanálisis realizados en educación anatómica muestran que las tecnologías de visualización tridimensional y los modelos físicos pueden mejorar la adquisición de conocimientos factuales y espaciales, aunque sus efectos dependen de la forma en que se integran con los objetivos, las actividades y la retroalimentación pedagógica (Yammine & Violato, 2015, 2016). Por esta razón, la innovación no debe reducirse a incorporar recursos llamativos, sino orientarse hacia una combinación pedagógicamente coherente de modalidades de enseñanza (Khalil et al., 2018).

Frente a estas dificultades, el aprendizaje activo ofrece un marco pertinente para reorganizar la enseñanza de las ciencias. Este enfoque desplaza al estudiante de la recepción pasiva hacia la resolución de tareas, el intercambio de explicaciones, la recuperación de conocimientos, la construcción de representaciones y la aplicación de conceptos. Un metaanálisis de 225 estudios en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas encontró que

las metodologías activas incrementaron el desempeño en las evaluaciones y redujeron el riesgo de fracaso en comparación con la enseñanza expositiva tradicional (Freeman et al., 2014). Estos hallazgos respaldan la utilización de actividades que requieran participación cognitiva y social, especialmente cuando los contenidos presentan elevada complejidad conceptual y espacial, como ocurre con las cavidades corporales y los sistemas cardiovascular y respiratorio.

Las actividades lúdico-educativas también pueden incorporar principios de recuperación activa y aprendizaje generativo. Las investigaciones sobre el efecto de prueba han demostrado que recuperar información mediante preguntas y ejercicios produce una retención más duradera que la relectura repetida del contenido (Roediger & Karpicke, 2006) y puede generar mejores resultados que determinadas estrategias de estudio elaborativo cuando la recuperación exige reconstruir y aplicar el conocimiento (Karpicke & Blunt, 2011). De manera complementaria, la elaboración de modelos, dibujos, esquemas y materiales didácticos obliga al estudiante a seleccionar, organizar e integrar la información, procesos centrales del aprendizaje generativo (Fiorella & Mayer, 2016). En la educación científica, el dibujo y la construcción de representaciones favorecen la observación, el razonamiento y la comunicación de relaciones que pueden resultar difíciles de comprender únicamente mediante lenguaje verbal (Ainsworth et al., 2011).

Dentro de este marco, las estrategias lúdico-educativas comprenden actividades presenciales o digitales que incorporan desafíos, reglas, cooperación, competencia moderada, retroalimentación inmediata y progresión hacia metas de aprendizaje. La gamificación utiliza elementos propios de los juegos dentro de una experiencia educativa, mientras que el aprendizaje basado en juegos recurre a actividades diseñadas como juegos completos para desarrollar o consolidar conocimientos. Los metaanálisis disponibles señalan efectos favorables sobre los resultados cognitivos, motivacionales y conductuales, pero también muestran una considerable variabilidad relacionada con el diseño de la intervención, su duración, el contexto y la correspondencia entre los elementos lúdicos y los objetivos curriculares (Sailer & Homner, 2020; Bai et al., 2020). De forma semejante, una revisión y metaanálisis sobre juegos digitales concluyó que estos pueden contribuir al aprendizaje cuando las dinámicas de juego se encuentran integradas con el contenido y no funcionan como un componente meramente ornamental (Clark et al., 2016).

En las ciencias de la salud, la gamificación ha sido empleada para promover participación, práctica repetida, colaboración y retroalimentación; sin embargo, la heterogeneidad metodológica y el predominio de estudios de corta duración todavía limitan la generalización de sus efectos (van Gaalen et al., 2021). En Anatomía, las experiencias documentadas incluyen cuestionarios competitivos, juegos de identificación, actividades colaborativas, desafíos por estaciones y plataformas digitales. Ang et al. (2018) describieron la gamificación como una alternativa para estimular la recuperación, la metacognición y la interacción entre pares. Asimismo, una revisión de intervenciones basadas en juegos anatómicos encontró mejoras generales en los resultados académicos de la mayoría de los estudios comparativos, aunque señaló que aún no existe evidencia suficiente para determinar qué combinaciones de competencia, cooperación y retroalimentación producen los efectos más consistentes (Chytas et al., 2022).

La evidencia sobre plataformas de respuesta interactiva ofrece resultados semejantes. La revisión de Donkin y Rasmussen (2021) identificó valoraciones positivas relacionadas con la participación, la colaboración y la comprensión del contenido, pero advirtió la necesidad de incorporar grupos de comparación y medidas objetivas de aprendizaje. En una intervención con 215 estudiantes de Medicina y Odontología, el uso de cuestionarios digitales se relacionó con ganancias académicas, retroalimentación inmediata y elevada aceptación estudiantil (Felszeghy et al., 2019). En América Latina, Stambuk Castellano et al. (2024) encontraron resultados favorables al integrar una herramienta móvil gamificada en la enseñanza de Anatomía a estudiantes universitarios chilenos. No obstante, estas experiencias se han concentrado principalmente en educación superior y en intervenciones digitales, lo que reduce su transferibilidad directa al Bachillerato y a instituciones con diferentes condiciones tecnológicas.

La naturaleza compleja del conocimiento anatómico justifica una intervención multimodal que combine juegos interactivos, gincanas, elaboración de materiales y actividades prácticas. La evidencia indica que ningún recurso aislado responde a todas las necesidades de la enseñanza anatómica; por el contrario, la integración de modalidades permite que las fortalezas de una estrategia compensen las limitaciones de otra (Estai & Bunt, 2016; Khalil et al., 2018). Los modelos y materiales elaborados por los estudiantes pueden facilitar la manipulación de relaciones espaciales, mientras que las actividades de observación y disección proporcionan contacto directo con tejidos y estructuras. No

obstante, la revisión de Winkelmann (2007) muestra que la disección no debe considerarse superior por sí misma, sino una modalidad complementaria cuya contribución depende de la orientación docente, los objetivos definidos y su articulación con otras experiencias.

En Ecuador, la investigación sobre innovaciones aplicadas al aprendizaje de Anatomía en estudiantes de Bachillerato todavía es limitada. Un antecedente realizado con 111 estudiantes ecuatorianos encontró que la incorporación de un atlas tridimensional se relacionó con mejoras en las calificaciones y con percepciones favorables sobre la comprensión de las estructuras corporales (Giler-Medina et al., 2024). Sin embargo, continúa siendo necesario examinar intervenciones multimodales que no dependan exclusivamente de una tecnología, que combinen actividades cognitivas, manuales, colaborativas y experienciales, y que sean evaluadas en muestras amplias pertenecientes a diferentes niveles de Bachillerato. Esta necesidad es especialmente pertinente en contextos educativos donde la disponibilidad de laboratorios, modelos anatómicos y plataformas digitales puede ser heterogénea.

A partir de este vacío, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de una intervención lúdico-educativa multimodal sobre el rendimiento académico en contenidos de Anatomía humana en estudiantes de primero, segundo y tercero de Bachillerato General Unificado de una institución educativa de Imbabura, Ecuador, mediante la comparación de los resultados obtenidos antes y después de la intervención en los contenidos de cavidades y regiones corporales, sistema cardiovascular y sistema respiratorio. De manera secundaria, se propuso describir la satisfacción y aceptabilidad de las actividades implementadas. Se planteó como hipótesis que las calificaciones posteriores a la intervención presentarían un desplazamiento hacia los niveles superiores de desempeño, acompañado de una valoración favorable de la experiencia educativa.

Metodología

Se desarrolló una investigación cuantitativa, cuasiexperimental, prospectiva y longitudinal, mediante un diseño pretest–posttest de un solo grupo. El estudio evaluó los cambios observados en el rendimiento académico después de implementar una intervención lúdico-educativa multimodal para la enseñanza de Anatomía humana. La investigación se realizó durante el segundo quimestre del periodo lectivo 2025–2026 en una institución educativa de la provincia de Imbabura, Ecuador. Debido a la ausencia de un grupo control y de asignación aleatoria, los cambios se interpretaron como resultados asociados temporalmente con la intervención y no como evidencia causal definitiva.

La población estuvo conformada por 706 estudiantes matriculados en Bachillerato General Unificado: 225 de primero, 232 de segundo y 249 de tercero. Se empleó un muestreo censal y se incluyó a toda la población accesible. Participaron los estudiantes que estuvieron matriculados oficialmente, asistieron al menos al 80 % de las sesiones y completaron las evaluaciones anteriores y posteriores a la intervención. Los registros académicos fueron vinculados mediante códigos anónimos. La falta de respuesta en la encuesta de satisfacción no provocó la exclusión del análisis del rendimiento académico.

La intervención se desarrolló durante seis semanas y comprendió nueve sesiones presenciales de 90 minutos, distribuidas en tres sesiones para cada unidad temática: cavidades y regiones corporales, sistema cardiovascular y sistema respiratorio. Cada curso fue dividido en equipos cooperativos de cinco a seis estudiantes. Las actividades fueron dirigidas por tres docentes de Biología, previamente capacitados en una sesión de dos horas sobre objetivos, materiales, secuencia didáctica y criterios de retroalimentación.

En la primera sesión de cada unidad se aplicó el pretest y se realizó una actividad introductoria de activación de conocimientos. En la segunda sesión se desarrollaron talleres de elaboración de modelos, esquemas anatómicos, mapas corporales y circuitos funcionales. En la tercera se efectuaron gincanas por estaciones, juegos interactivos, prácticas anatómicas y el posttest correspondiente.

En cavidades y regiones corporales se utilizaron mapas anatómicos, tarjetas de identificación, modelos del torso y desafíos de localización espacial. En el sistema cardiovascular se construyeron modelos del corazón y circuitos de circulación sanguínea,

se realizaron cuestionarios competitivos y se observó la anatomía externa e interna de corazones bovinos. En el sistema respiratorio se elaboraron modelos de ventilación pulmonar con botellas, globos y tubos flexibles, y se desarrolló una práctica guiada con bloques bovinos de tráquea y pulmones.

Las actividades combinaron cooperación, competencia moderada, manipulación de materiales, recuperación activa de información y retroalimentación inmediata. Se emplearon computadoras portátiles, proyector, teléfonos celulares o tabletas (uno por equipo), modelos anatómicos, láminas plastificadas, tarjetas, plastilina, cartulina, marcadores, globos, tubos transparentes, bandejas de disección, bisturíes, tijeras, pinzas, guantes de nitrilo, mandiles y gafas de protección.

El rendimiento académico se evaluó mediante tres pares de pruebas elaboradas, uno por cada unidad temática. Cada prueba estuvo compuesta por 20 ítems: 12 preguntas de selección múltiple, cuatro ejercicios de identificación en imágenes y cuatro actividades de asociación entre estructuras y funciones. Cada respuesta correcta recibió 0,5 puntos, por lo que la calificación total osciló entre 0 y 10.

Se utilizaron formas paralelas para el pretest y el postest, elaboradas a partir de la misma tabla de especificaciones y con igual número, formato y ponderación de preguntas. Los instrumentos fueron revisados por tres docentes con experiencia en Biología, Anatomía y didáctica de las ciencias. Posteriormente, se realizó una aplicación piloto con 30 estudiantes que no formaron parte de la población analizada, lo que permitió corregir instrucciones, vocabulario e imágenes ambiguas. Las calificaciones se clasificaron en cuatro rangos: desempeño alto, de 9 a 10 puntos; medio-alto, de 7 a menos de 9; medio-bajo, de 4 a menos de 7; y bajo, inferior a 4 puntos. También se determinó si cada estudiante mejoró, mantuvo o redujo su calificación.

La satisfacción se midió mediante un cuestionario *ad hoc* de 10 ítems con una escala Likert de cinco alternativas, desde “totalmente en desacuerdo” hasta “totalmente de acuerdo”. Los ítems evaluaron claridad del contenido, aprendizaje significativo, adecuación de la metodología lúdica, facilidad de participación, comprensión del funcionamiento corporal, actitud del facilitador, comodidad en las actividades grupales, recomendación del taller, carácter entretenido de las actividades y satisfacción general. Las categorías “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo” se agruparon como respuestas favorables.

Inicialmente, se socializaron los objetivos y procedimientos con las autoridades, docentes, estudiantes y representantes legales. Después se asignó un código anónimo a cada participante. Antes de comenzar cada unidad se administró el pretest durante 20 minutos, bajo instrucciones y condiciones estandarizadas. Posteriormente, se ejecutaron las actividades lúdicas, prácticas y colaborativas previstas para cada contenido. Los docentes utilizaron una guía común y una lista de verificación para controlar el cumplimiento de los objetivos, el tiempo, los recursos utilizados y la participación de los equipos. Al finalizar la tercera sesión de cada unidad se aplicó el postest durante 20 minutos. Después de completar las tres unidades se administró voluntariamente la encuesta de satisfacción. Se obtuvieron 567 cuestionarios válidos: 220 de primero, 98 de segundo y 249 de tercero de BGU. Las 139 encuestas no contestadas se registraron como datos perdidos y no fueron imputadas.

La información fue depurada inicialmente en Microsoft Excel 365 y analizada mediante IBM SPSS Statistics, versión 29. Las calificaciones se resumieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes según curso, contenido, momento de evaluación y rango de desempeño. El cambio individual se clasificó como “mejoró” cuando el postest fue superior al pretest, “igual” cuando ambas calificaciones coincidieron y “no mejoró” cuando la puntuación posterior fue menor. También se calculó la proporción de estudiantes que obtuvo una calificación igual o superior a siete puntos antes y después de la intervención.

Las respuestas de satisfacción se analizaron individualmente por ítem. Los porcentajes favorables se calcularon utilizando como denominador únicamente las respuestas válidas. No se construyó una puntuación global ni se realizaron imputaciones. Debido a que la base disponible para el análisis definitivo conservó principalmente frecuencias agregadas y no incluyó un grupo control, no se calcularon pruebas pareadas, valores p ni tamaños del efecto.

La ejecución del estudio contó con autorización de las autoridades de la institución educativa. Los representantes legales proporcionaron su consentimiento informado y los estudiantes expresaron su asentimiento. Se garantizó la participación voluntaria, la confidencialidad, el uso de códigos anónimos y el derecho a retirarse sin consecuencias académicas. Las piezas anatómicas provinieron de animales destinados previamente al consumo humano y fueron adquiridas en un establecimiento autorizado; ningún animal fue sacrificado específicamente para el estudio. Durante las prácticas se utilizaron mandiles,

guantes, gafas de protección, bandejas e instrumentos desinfectados. Los residuos biológicos y cortopunzantes fueron eliminados en recipientes diferenciados conforme a las normas institucionales de bioseguridad.

Resultados y discusión

4.1. Diferencia inferencial entre el pretest y el posttest

Se analizaron 706 estudiantes: 225 de primero, 232 de segundo y 249 de tercero de BGU. La prueba exacta de los signos identificó una diferencia pretest-posttest estadísticamente significativa en las nueve combinaciones de curso y contenido, incluso después de ajustar por comparaciones múltiples mediante Holm (todos los valores p ajustados $< 0,001$). Entre los estudiantes cuya calificación cambió, la probabilidad de mejora osciló entre 99,12 % y 100,00 %, mientras que el tamaño del efecto direccional δ varió entre 0,982 y 1,000, lo que representó un predominio extremo de los cambios favorables (Tabla 1).

Tabla 1

Prueba exacta de los signos para la diferencia pretest-posttest

Curso	Tema	Mejor a, n	Bajó, n	Igual, n	P(mejora), IC 95 %	δ	p Holm
1.º BGU	1. Cavidades y regiones	225	0	0	100,00 [98,37-100,00]	1,000	<0,001
1.º BGU	2. Cardiovascular	225	0	0	100,00 [98,37-100,00]	1,000	<0,001
1.º BGU	3. Respiratorio	225	0	0	100,00 [98,37-100,00]	1,000	<0,001
2.º BGU	1. Cavidades y regiones	226	2	4	99,12 [96,87-99,89]	0,982	<0,001
2.º BGU	2. Cardiovascular	229	0	3	100,00 [98,40-100,00]	1,000	<0,001
2.º BGU	3. Respiratorio	231	0	1	100,00 [98,42-100,00]	1,000	<0,001
3.º BGU	1. Cavidades y regiones	245	1	3	99,59 [97,76-99,99]	0,992	<0,001
3.º BGU	2. Cardiovascular	246	1	2	99,60 [97,77-99,99]	0,992	<0,001
3.º BGU	3. Respiratorio	248	1	0	99,60 [97,78-99,99]	0,992	<0,001
Total	1. Cavidades y regiones	696	3	7	99,57 [98,75-99,91]	0,991	<0,001
Total	2. Cardiovascular	700	1	5	99,86 [99,21-100,00]	0,997	<0,001
Total	3. Respiratorio	704	1	1	99,86 [99,21-100,00]	0,997	<0,001

Fuente: Elaboración propia

La prueba exacta bilateral de los signos contrastó $H_0: P(\text{mejora}) = 0,50$ y excluyó los empates. $P(\text{mejora})$ se calculó entre los pares no empatados y se acompañó de un intervalo exacto de Clopper-Pearson. $\delta = (\text{mejoró} - \text{disminuyó})/(\text{mejoró} + \text{disminuyó})$, con rango de



-1 a 1. Los valores p de las nueve comparaciones por curso y tema se ajustaron mediante Holm; los totales temáticos se ajustaron como una familia separada de tres pruebas.

La significación inferencial confirmó que el predominio de mejoras difícilmente se explicó por una distribución aleatoria de cambios positivos y negativos. Este resultado fue compatible con Van Nuland et al. (2015), quienes observaron ventajas de la competencia académica en Anatomía, y con López-Jiménez et al. (2021), que encontraron mejores resultados mediante sistemas de respuesta gamificados. Subhash y Cudney (2018) también identificaron asociaciones favorables entre gamificación, compromiso y desempeño. No obstante, la prueba de los signos evaluó únicamente la dirección, no la magnitud en puntos. Por ello, valores p inferiores a 0,001 y δ próximos a 1 no demostraron por sí mismos una ganancia académica grande ni una eficacia causal. Gentry et al. (2019) calificaron como baja o muy baja la certeza de numerosos ensayos de juegos serios, mientras Arruzza y Chau (2021) encontraron beneficios de conocimiento solo en tres de ocho ensayos que midieron ese resultado. La evaluación inmediata, el punto de partida bajo, la posible familiaridad con el procedimiento y la ausencia de un grupo control continuaron siendo explicaciones alternativas.

4.2. Redistribución de los niveles de rendimiento

Antes de la intervención no se registró ninguna calificación de 9 a 10 en los tres temas. El rendimiento igual o superior a 7 fue 11,90 % en cavidades y regiones, 10,34 % en sistema cardiovascular y 8,50 % en sistema respiratorio. Después de la intervención estas proporciones fueron 97,45 %, 85,55 % y 98,02 %, respectivamente (Tabla 2). Los incrementos descriptivos fueron, por tanto, 85,55; 75,21 y 89,52 puntos porcentuales. En el conjunto de las 2.118 observaciones estudiante-tema, el rendimiento ≥ 7 pasó de 10,25 % (217/2.118) a 93,67 % (1.984/2.118), un cambio de 83,42 puntos porcentuales.

Tabla 2

Distribución agregada de calificaciones por tema antes y después de la intervención

Tema	Momento	9-10, n (%)	7-8, n (%)	4-6, n (%)	<4, n (%)	Sin clasificar, n (%)	≥ 7 , n (%)
1. Cavidades y regiones	Pre	0 (0,00)	84 (11,90)	507 (71,81)	115 (16,29)	0 (0,00)	84 (11,90)
1. Cavidades y regiones	Post	360 (50,99)	328 (46,46)	18 (2,55)	0 (0,00)	0 (0,00)	688 (97,45)
2. Cardiovascular	Pre	0 (0,00)	73 (10,34)	493 (69,83)	140 (19,83)	0 (0,00)	73 (10,34)
2. Cardiovascular	Post	250 (35,41)	354 (50,14)	101 (14,31)	0 (0,00)	1 (0,14)	604 (85,55)



Tema	Momento	9-10, n (%)	7-8, n (%)	4-6, n (%)	<4, n (%)	Sin clasificar, n (%)	≥7, n (%)
3. Respiratorio	Pre	0 (0,00)	60 (8,50)	510 (72,24)	136 (19,26)	0 (0,00)	60 (8,50)
3. Respiratorio	Post	420 (59,49)	272 (38,53)	14 (1,98)	0 (0,00)	0 (0,00)	692 (98,02)

Fuente: elaboración propia

En el posttest del tema cardiovascular, tercero de BGU aporta 248 calificaciones clasificadas para 249 estudiantes; la observación restante se conserva como “sin clasificar” (0,14 %) y no fue imputada. La disponibilidad exclusiva de distribuciones marginales impide reconstruir los cambios de categoría de cada estudiante.

La reducción del nivel < 4 hasta 0 % y el desplazamiento hacia 7-10 complementaron la evidencia inferencial de la prueba de los signos al mostrar que los cambios favorables también se reflejaron en la distribución global del rendimiento. Peterson y Mlynarczyk (2016) informaron mejores resultados, especialmente de laboratorio, al complementar disección y clase con herramientas tridimensionales; Ye et al. (2020) encontraron ventajas de los modelos impresos 3D; y Triepels et al. (2020) señalaron que 12 de 21 estudios favorecieron la visualización tridimensional. Sin embargo, la evidencia externa fue heterogénea: Moro et al. (2021) estimaron una diferencia agrupada de solo 2,9 puntos porcentuales para realidad virtual o aumentada (IC 95 %: -2,9 a 8,6), y Bogomolova et al. (2020) no observaron superioridad general de la realidad aumentada. En comparación, aumentos descriptivos de 75 a 90 puntos porcentuales resultaron extraordinarios y requirieron confirmar la equivalencia de las pruebas, las condiciones de aplicación y la retención del conocimiento mediante un posttest diferido.

4.3. Variación por curso y contenido anatómico

Tabla 3

Proporción con calificación igual o superior a 7 por curso y tema

Curso	Tema	Pretest, n (%)	Posttest, n (%)	Cambio (pp)	Lectura descriptiva
1.º BGU	1. Cavidades y regiones	18 (8,00)	224 (99,56)	+91,56	Muy alto
1.º BGU	2. Cardiovascular	4 (1,78)	137 (60,89)	+59,11	Menor avance relativo
1.º BGU	3. Respiratorio	13 (5,78)	225 (100,00)	+94,22	Muy alto
2.º BGU	1. Cavidades y regiones	50 (21,55)	232 (100,00)	+78,45	Muy alto
2.º BGU	2. Cardiovascular	60 (25,86)	232 (100,00)	+74,14	Muy alto
2.º BGU	3. Respiratorio	41 (17,67)	232 (100,00)	+82,33	Muy alto
3.º BGU	1. Cavidades y regiones	16 (6,43)	232 (93,17)	+86,75	Alto



Curso	Tema	Pretest, n (%)	Postest, n (%)	Cambio (pp)	Lectura descriptiva
3.º BGU	2. Cardiovascular	9 (3,61)	235 (94,38)	+90,76	Alto
3.º BGU	3. Respiratorio	6 (2,41)	235 (94,38)	+91,97	Alto

Fuente: elaboración propia

El umbral ≥ 7 combina las categorías 7-8 y 9-10. Las etiquetas de la última columna son descriptivas y no constituyen una escala validada ni un tamaño del efecto. El análisis desagregado confirma mejoras en los nueve estratos, pero revela una excepción pedagógicamente importante: en primero de BGU, el tema cardiovascular alcanzó solo 60,89 % de estudiantes con nota ≥ 7 ; el 39,11 % permaneció en 4-6 y ninguno llegó a 9-10. En contraste, los otros dos temas del mismo curso alcanzaron 99,56 % y 100,00 % en ≥ 7 (Tabla 3). Por ello, “mejorar” no equivale necesariamente a dominar el contenido ni a alcanzar el umbral de aprobación.

Aunque la prueba de los signos fue significativa en primero de BGU para el sistema cardiovascular y todos los estudiantes aumentaron su calificación, solo 60,89 % alcanzó siete puntos o más. Esta diferencia mostró por qué la significación estadística, la dirección del cambio y el dominio curricular no fueron equivalentes. El rezago relativo pudo relacionarse con la demanda espacial y funcional de trayectos, cavidades, válvulas y circulación. Lim et al. (2016) obtuvieron 60,83 % con modelos 3D de anatomía cardíaca frente a 44,81 % y 44,62 % en los comparadores; Tarca et al. (2023) observaron una mejora de 21,4 % con modelos cardíacos 3D frente a 11,4 % con enseñanza tradicional. Estos hallazgos respaldaron el uso de modelos manipulables y secuencias del flujo sanguíneo, pero la variación entre cursos no pudo atribuirse a edad o modalidad sin datos individuales y una prueba formal de interacción.

4.4. Satisfacción y aceptación de la intervención

Tabla 4

Respuestas favorables en la encuesta de satisfacción, por curso

Indicador	1.º BGU (%)	2.º BGU (%)	3.º BGU (%)	Total válido, n (%)
1. Claridad del contenido	94,09	94,90	80,32	500 (88,18)
2. Aprendizaje significativo	91,36	92,86	84,74	503 (88,71)
3. Metodología lúdica adecuada	99,09	77,55	92,77	525 (92,59)
4. Facilidad para participar	92,27	88,78	91,16	517 (91,18)
5. Comprensión del funcionamiento corporal	97,27	94,90	97,59	550 (97,00)
6. Actitud del facilitador	93,64	91,84	99,60	544 (95,94)



Indicador	1.º BGU (%)	2.º BGU (%)	3.º BGU (%)	Total válido, n (%)
7. Comodidad en actividades grupales	97,73	91,84	91,57	533 (94,00)
8. Recomendación a otros estudiantes	93,18	97,96	97,19	543 (95,77)
9. Taller entretenido	98,64	92,86	98,80	554 (97,71)
10. Satisfacción general	95,91	90,82	97,99	544 (95,94)

Fuente: elaboración propia

La encuesta de satisfacción contó con 567 respuestas válidas de 706 estudiantes (80,31 %): 220/225 en primero (97,78 %), 98/232 en segundo (42,24 %) y 249/249 en tercero (100,00 %). Entre quienes respondieron, los indicadores favorables oscilaron entre 88,18 % y 97,71 % (Tabla 4). Los valores más altos correspondieron a “taller entretenido” (97,71 %) y “aporte para comprender el funcionamiento del cuerpo” (97,00 %); los más bajos fueron claridad del contenido (88,18 %) y aprendizaje significativo (88,71 %).

La alta aceptación coincide con Latre-Navarro et al. (2024), quienes observaron mayor satisfacción de necesidades de autonomía y competencia con un programa de anatomía que combinó dibujo y gamificación, y con Lorenzo-Álvarez et al. (2020), que describieron buena aceptación de un juego multiusuario de anatomía radiológica. Sin embargo, la motivación depende de cómo se implementa la actividad: Rudolphi-Solero et al. (2022) encontraron que la valoración descendió cuando la participación pasó de voluntaria a obligatoria. En el presente estudio, la menor aprobación de la metodología lúdica en segundo de BGU (77,55 %) podría indicar una experiencia distinta, pero no puede separarse del 57,76 % de no respuesta. También destaca que primero de BGU valoró la metodología con 99,09 %, aunque en el tema cardiovascular solo 60,89 % alcanzó ≥ 7 ; esta discrepancia confirma que satisfacción y aprendizaje medido son resultados relacionados, pero no intercambiables.

La prueba exacta de los signos mostró diferencias pretest-postest estadísticamente significativas en los nueve estratos analizados (p ajustado $< 0,001$), con tamaños del efecto direccional entre 0,982 y 1,000. La redistribución de los rangos confirmó descriptivamente un aumento del rendimiento ≥ 7 en todos los cursos y contenidos, aunque en el sistema cardiovascular de primero de BGU persistió 39,11 % en el rango de 4 a 6. La satisfacción fue elevada entre quienes respondieron, pero la no respuesta de segundo de BGU limitó las comparaciones. Los resultados permitieron concluir que la intervención se asoció con un cambio direccional favorable y estadísticamente significativo; no permitieron estimar la



diferencia media, demostrar retención ni establecer eficacia causal por la ausencia de calificaciones emparejadas completas y de un grupo control.

Conclusiones

La intervención lúdico-educativa multimodal se asoció con un cambio favorable y estadísticamente significativo en el rendimiento de los estudiantes. La prueba exacta de los signos confirmó diferencias entre el pretest y el postest en las nueve combinaciones de curso y contenido, incluso después del ajuste de Holm (p ajustado $< 0,001$), con tamaños del efecto direccional entre 0,982 y 1,000. Estos resultados evidenciaron un predominio sistemático de las mejoras frente a los descensos o empates.

La proporción de calificaciones iguales o superiores a siete puntos aumentó de 10,25 % antes de la intervención a 93,67 % después de su aplicación. No obstante, el sistema cardiovascular en primero de BGU presentó el menor avance relativo, pues solamente 60,89 % alcanzó el umbral de siete puntos. Este hallazgo demostró que una diferencia estadísticamente significativa no implicó necesariamente el dominio completo del contenido. La elevada satisfacción estudiantil respaldó la aceptabilidad de las actividades, aunque la menor respuesta de segundo de BGU exigió interpretar estos resultados con cautela.

La ausencia de un grupo control, de calificaciones numéricas individuales completas y de una evaluación diferida limitó la estimación de la magnitud exacta, la permanencia del aprendizaje y la atribución causal de los cambios. Futuras investigaciones deberán incorporar grupos comparadores, puntuaciones emparejadas, tamaños del efecto basados en diferencias cuantitativas y evaluaciones de retención.

Referencias Bibliográficas

- Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333(6046), 1096–1097. <https://doi.org/10.1126/science.1204153>
- Ang, E. T., Chan, J. M., Gopal, V., & Li Shia, N. (2018). Gamifying anatomy education. *Clinical Anatomy*, 31(7), 997–1005. <https://doi.org/10.1002/ca.23249>
- Arruzza, E., & Chau, M. (2021). A scoping review of randomised controlled trials to assess the value of gamification in the higher education of health science students. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 52(1), 137-146. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2020.10.003>
- Bai, S., Hew, K. F., & Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? Evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, 30, 100322. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100322>
- Bogomolova, K., van der Ham, I. J. M., Dankbaar, M. E. W., van den Broek, W. W., Hovius, S. E. R., van der Hage, J. A., & Hierck, B. P. (2020). The effect of stereoscopic augmented reality visualization on learning anatomy and the modifying effect of visual-spatial abilities: A double-center randomized controlled trial. *Anatomical Sciences Education*, 13(5), 558-567. <https://doi.org/10.1002/ase.1941>
- Chytas, D., Piagkou, M., & Natsis, K. (2022). Outcomes of the implementation of game-based anatomy teaching approaches: An overview. *Morphologie*, 106(352), 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.morpho.2021.02.001>
- Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. S. (2016). Digital games, design, and learning: A systematic review and meta-analysis. *Review of Educational Research*, 86(1), 79–122. <https://doi.org/10.3102/0034654315582065>
- Donkin, R., & Rasmussen, R. (2021). Student perception and the effectiveness of Kahoot!: A scoping review in histology, anatomy, and medical education. *Anatomical Sciences Education*, 14(5), 572–585. <https://doi.org/10.1002/ase.2094>



- Estai, M., & Bunt, S. (2016). Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Annals of Anatomy*, 208, 151–157. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2016.02.010>
- Felszeghy, S., Pasonen-Seppänen, S., Koskela, A., Nieminen, P., Härkönen, K., Paldanius, K. M. A., Gabbouj, S., Ketola, K., Hiltunen, M., Lundin, M., Haapaniemi, T., Sointu, E., Bauman, E. B., Gilbert, G. E., Morton, D., & Mahonen, A. (2019). Using online game-based platforms to improve student performance and engagement in histology teaching. *BMC Medical Education*, 19, 273. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1701-0>
- Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2016). Eight ways to promote generative learning. *Educational Psychology Review*, 28(4), 717–741. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9348-9>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Gentry, S. V., Gauthier, A., L'Estrade Ehrstrom, B., Wortley, D., Lilienthal, A., Tudor Car, L., Dauwels-Okutsu, S., Nikolaou, C. K., Zary, N., Campbell, J., & Car, J. (2019). Serious gaming and gamification education in health professions: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 21(3), e12994. <https://doi.org/10.2196/12994>
- Giler-Medina, P., Giler-Medina, C., & Medina-Gorozabel, G. (2024). Uso del Atlas 3D en el aprendizaje de la Anatomía Humana en estudiantes de Bachillerato. *Sociedad & Tecnología*, 7(2), 146–162. <https://doi.org/10.51247/st.v7i2.421>
- Karpicke, J. D., & Blunt, J. R. (2011). Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping. *Science*, 331(6018), 772–775. <https://doi.org/10.1126/science.1199327>
- Khalil, M. K., Abdel Meguid, E. M., & Elkhider, I. A. (2018). Teaching of anatomical sciences: A blended learning approach. *Clinical Anatomy*, 31(3), 323–329. <https://doi.org/10.1002/ca.23052>

- Latre-Navarro, L., Quintas-Hijos, A., & Sáez-Bondía, M. J. (2024). The combined effects of an anatomy program integrating drawing and gamification on basic psychological needs satisfaction among sport sciences students: Results of a natural experiment. *Anatomical Sciences Education*, 17(2), 366-378. <https://doi.org/10.1002/ase.2358>
- Lim, K. H. A., Loo, Z. Y., Goldie, S. J., Adams, J. W., & McMEnamin, P. G. (2016). Use of 3D printed models in medical education: A randomized control trial comparing 3D prints versus cadaveric materials for learning external cardiac anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 9(3), 213-221. <https://doi.org/10.1002/ase.1573>
- López-Jiménez, J. J., Fernández-Alemán, J. L., García-Berná, J. A., López-González, L., González-Sequeros, O., Nicolás-Ros, J., Carrillo-de-Gea, J. M., Idri, A., & Toval, A. (2021). Effects of gamification on the benefits of student response systems in learning of human anatomy: Three experimental studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 13210. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413210>
- Lorenzo-Álvarez, R., Rudolphi-Solero, T., Ruiz-Gómez, M. J., & Sendra-Portero, F. (2020). Game-based learning in virtual worlds: A multiuser online game for medical undergraduate radiology education within Second Life. *Anatomical Sciences Education*, 13(5), 602-617. <https://doi.org/10.1002/ase.1927>
- Moro, C., Birt, J., Stromberga, Z., Phelps, C., Clark, J., Glasziou, P., & Scott, A. M. (2021). Virtual and augmented reality enhancements to medical and science student physiology and anatomy test performance: A systematic review and meta-analysis. *Anatomical Sciences Education*, 14(3), 368-376. <https://doi.org/10.1002/ase.2049>
- Peterson, D. C., & Mlynarczyk, G. S. A. (2016). Analysis of traditional versus three-dimensional augmented curriculum on anatomical learning outcome measures. *Anatomical Sciences Education*, 9(6), 529-536. <https://doi.org/10.1002/ase.1612>
- Roediger, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17(3), 249–255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>
- Rudolphi-Solero, T., Lorenzo-Álvarez, R., Ruiz-Gómez, M. J., & Sendra-Portero, F. (2022). Impact of compulsory participation of medical students in a multiuser online



- game to learn radiological anatomy and radiological signs within the virtual world
Second Life. *Anatomical Sciences Education*, 15(5), 863-876.
<https://doi.org/10.1002/ase.2134>
- Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis.
Educational Psychology Review, 32(1), 77–112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>
- Stambuk Castellano, M., Contreras-McKay, I., Neyem, A., Farfán, E., Inzunza, O., Ottone, N. E., Del Sol, M., Alario-Hoyos, C., Soto Alvarado, M., & Tubbs, R. S. (2024). Empowering human anatomy education through gamification and artificial intelligence: An innovative approach to knowledge appropriation. *Clinical Anatomy*, 37(1), 12–24. <https://doi.org/10.1002/ca.24074>
- Subhash, S., & Cudney, E. A. (2018). Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. *Computers in Human Behavior*, 87, 192-206.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.028>
- Sugand, K., Abrahams, P., & Khurana, A. (2010). The anatomy of anatomy: A review for its modernization. *Anatomical Sciences Education*, 3(2), 83–93.
<https://doi.org/10.1002/ase.139>
- Tarca, A., Woo, N., Bain, S., Crouchley, D., McNulty, E., & Yim, D. (2023). 3D printed cardiac models as an adjunct to traditional teaching of anatomy in congenital heart disease: A randomised controlled study. *Heart, Lung and Circulation*, 32(12), 1443-1450. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2023.09.021>
- Triepels, C. P. R., Smeets, C. F. A., Notten, K. J. B., Kruitwagen, R. F. P. M., Fütterer, J. J., Vergeldt, T. F. M., & van Kuijk, S. M. J. (2020). Does three-dimensional anatomy improve student understanding? *Clinical Anatomy*, 33(1), 25-33.
<https://doi.org/10.1002/ca.23405>
- Van Gaalen, A. E. J., Brouwer, J., Schönrock-Adema, J., Bouwkamp-Timmer, T., Jaarsma, A. D. C., & Georgiadis, J. R. (2021). Gamification of health professions education: A systematic review. *Advances in Health Sciences Education*, 26(2), 683–711.
<https://doi.org/10.1007/s10459-020-10000-3>



- Van Nuland, S. E., Roach, V. A., Wilson, T. D., & Belliveau, D. J. (2015). Head to head: The role of academic competition in undergraduate anatomical education. *Anatomical Sciences Education*, 8(5), 404-412. <https://doi.org/10.1002/ase.1498>
- Winkelmann, A. (2007). Anatomical dissection as a teaching method in medical school: A review of the evidence. *Medical Education*, 41(1), 15–22. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02625.x>
- Yammine, K., & Violato, C. (2015). A meta-analysis of the educational effectiveness of three-dimensional visualization technologies in teaching anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 8(6), 525–538. <https://doi.org/10.1002/ase.1510>
- Yammine, K., & Violato, C. (2016). The effectiveness of physical models in teaching anatomy: A meta-analysis of comparative studies. *Advances in Health Sciences Education*, 21(4), 883–895. <https://doi.org/10.1007/s10459-015-9644-7>
- Ye, Z., Dun, A., Jiang, H., Nie, C., Zhao, S., Wang, T., & Zhai, J. (2020). The role of 3D printed models in the teaching of human anatomy: A systematic review and meta-analysis. *BMC Medical Education*, 20, 335. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02242-x>

Contribuciones de los autores:

Yadira Marcela Pantoja Rivas¹: Conceptualización del estudio, diseño metodológico, supervisión general del proceso investigativo, revisión crítica del manuscrito y aprobación de la versión final.

Ruth Erminia Cifuentes Muriel²: participó de forma transversal en las fases del estudio, incluyendo el diagnóstico, la observación directa, el análisis de resultados y el diseño del taller educativo, brindando seguimiento y articulación general al desarrollo de la investigación.

Patricia Gabriela Benitez³: estuvo a cargo de la tabulación de los resultados obtenidos mediante el cuestionario de conocimientos y el checklist de observación directa, organizando la información recolectada para su posterior análisis estadístico.

Luis Martín Arias Pardo⁴: participó en la elaboración de la discusión y las conclusiones del estudio, contrastando los hallazgos propios con la evidencia científica revisada.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de interés