

Influencia de las Herramientas Tecnológicas en la Enseñanza de la Morfología en la Educación Médica: Una Revisión Sistemática.

Influence of Technological Tools on the Teaching of Morphology in Medical Education: A Systematic Review.

I. Paz Ampuero-Valenzuela^{1,*}, Valentina F. I. Riquelme-Vilches², Eduardo Vargas-Zurita³, Sofía Araya-Figueroa⁴, Renata Cozzi-Ahumada⁵, Camila Riquelme-Bahamondes⁶ y Álvaro Herrera-Alcaíno⁷

¹ Universidad San Sebastián, Estudiante de Facultad de Medicina, Valdivia, Chile;

pazampuerovalenzuela@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-2606-1692>

² Universidad San Sebastián, Estudiante de Facultad de Medicina, Valdivia, Chile; valila196@gmail.com,

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-4400-4024>

³ Universidad San Sebastián, Estudiante de Facultad de Medicina, Valdivia, Chile; eduvargas04@gmail.com,

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-3698-0580>

⁴ Universidad San Sebastián, Estudiante de Facultad de Medicina, Valdivia, Chile; sofiapaz756@gmail.com,

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-3946-1782>

⁵ Universidad San Sebastián, Estudiante de Facultad de Medicina, Valdivia, Chile;

rcoziahumada@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-1918-0980>

⁶ Universidad San Sebastián, Coordinadora de Educación Médica de Facultad de Medicina, Concepción,

Chile; camila.riquelme@uss.cl. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0853-7236>

⁷ Universidad San Sebastián, Director de Educación Médica de Facultad de Medicina, Santiago, Chile;

alvaro.herrera@uss.cl, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-4861-2144>

* Correspondencia: I. Paz Ampuero-Valenzuela: pazampuerovalenzuela@gmail.com

Recibido: 29/9/24; Aceptado: 12/11/24; Publicado: 15/11/24

Resumen: Antecedentes: La integración de la tecnología en la educación médica ha transformado significativamente la enseñanza de la morfología, una disciplina fundamental en las ciencias de la salud. El objetivo de esta revisión sistemática es descubrir las herramientas tecnológicas que se reportan en la literatura para la enseñanza de la morfología en la educación médica y evaluar su influencia en los estudiantes. **Métodos:** Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo las directrices PRISMA 2020. Las búsquedas se realizaron en las bases de datos Web of Science y SCOPUS, enfocándose en estudios publicados entre 2009 y 2024. Se incluyeron artículos que examinaran el uso de la tecnología en la enseñanza de la morfología y que proporcionaran resultados cuantitativos o cualitativos comparando el uso de tecnología con métodos tradicionales. **Resultados:** Se identificaron un total de 87 artículos, de los cuales 12 estudios fueron incluidos en el análisis final. El uso de microscopios digitales y virtuales, modelos 3D, plataformas interactivas y recursos en línea mostró una mejora significativa en el rendimiento académico y la satisfacción de los estudiantes. Además, estas tecnologías mejoraron las habilidades técnicas y espaciales, promoviendo la participación activa y la autonomía estudiantil. Sin embargo, dos estudios no reportaron diferencias significativas en los resultados académicos. **Conclusiones:** La literatura reporta una influencia positiva en el aprendizaje de la morfología, mejorando aspectos como rendimiento académico y la participación estudiantil. Las futuras investigaciones deberían enfocarse en los impactos a largo plazo y en enfoques personalizados para optimizar el uso de la tecnología en la educación médica.

Palabras clave: Educación Médica; Morfología; Herramientas Tecnológicas; Tecnología Educativa.

Abstract: Background: The integration of technology in medical education has significantly transformed the teaching of morphology, a fundamental discipline in health sciences. The objective of this systematic review is to identify the technological tools reported in the literature for the teaching of morphology in medical education and to assess their influence on students. **Methods:** A systematic review following PRISMA 2020 guidelines was conducted. Searches were performed in Web of Science and SCOPUS, focusing on studies published between 2009 and 2024. Articles were included if they examined the use of technology in teaching morphology and provided quantitative or qualitative results comparing technology use with traditional methods. **Results:** A total of 87 articles were identified, and 12 studies were included in the final analysis. The use of digital and virtual microscopes, 3D models, interactive platforms, and online resources showed a significant improvement in academic performance and student satisfaction. Additionally, these technologies enhanced technical and spatial skills and promoted active participation and autonomy. However, two studies reported no significant differences in academic outcomes. **Conclusions:** The literature reports a positive influence on the learning of morphology, improving aspects such as academic performance and student engagement. Future research should focus on long-term impacts and personalized approaches to optimize the use of technology in medical education.

Keywords: Medical Education; Morphology; Technological Tools; Educational Technology.

1. Introducción

En el ámbito de la formación de los profesionales de la salud en Chile, la enseñanza de la anatomía, histología y embriología están agrupadas en el curso denominado "Morfología Humana", constituyendo una de las ciencias básicas fundamentales para el correcto desarrollo del profesional. Este curso aborda el estudio integral del ser humano, incluyendo su forma y las transformaciones que experimenta a lo largo de la vida (1). Tradicionalmente, la anatomía ha sido enseñada mediante la disección de cadáveres, complementada con atlas y modelos anatómicos, mientras que la histoembriología se ha impartido utilizando microscopios ópticos y preparados histológicos (2-3).

Sin embargo, la enseñanza de la morfología ha experimentado una transformación significativa con la incorporación de tecnologías avanzadas. Esto responde a la necesidad de adaptarse a las nuevas generaciones de estudiantes, denominadas "nativos digitales" e "inmigrantes digitales", más conocidos como Generación Z y Millennials respectivamente, quienes han crecido en un entorno tecnológicamente rico o en su desarrollo exponencial (4). Las nuevas metodologías incluyen mesas de disección virtual, procesamiento digital de imágenes, inteligencia artificial, y el uso de bases de datos globales y dispositivos móviles, representando un cambio revolucionario en la pedagogía de esta disciplina (5). No obstante, la adopción de estas tecnologías no ha sido uniforme, y su efectividad y aceptación dentro de la educación médica aún no están completamente claras, dado que muchas instituciones han comenzado a incorporar estos recursos recientemente.

Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo descubrir las herramientas tecnológicas que se reportan en la literatura para la enseñanza de la morfología en la educación médica y evaluar su influencia en los estudiantes. Este análisis se llevará a cabo a través de una revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA 2020 para revisiones sistemáticas y meta-análisis.

2. Métodos

Protocolo de revisión

Se llevó a cabo una revisión sistemática mediante las directrices del protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA 2020) (6) (Figura 1).

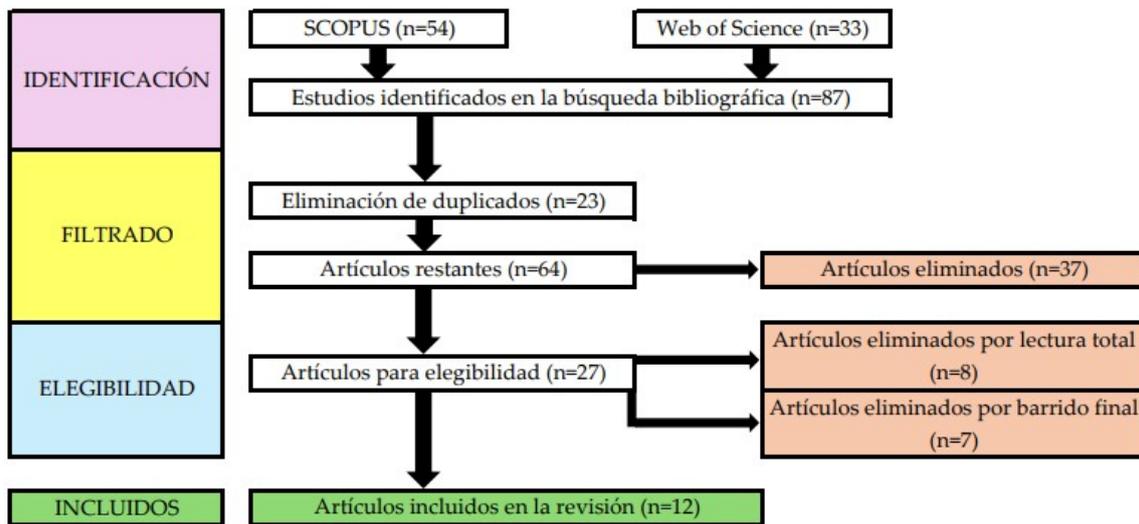


Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda, revisión y selección de los artículos

Estrategia de búsqueda

Uno de los autores realizó la búsqueda en dos bases de datos, Web of Science y SCOPUS. La búsqueda se realizó solo en estas dos bases ya que contemplan las revistas con mayor impacto, además que al tener algoritmos de búsqueda parecidos los resultados obtenidos estarían dirigidos al mismo objetivo. Se aplicaron como filtros el tema “artículos” y un rango de 15 años, desde el 2009 hasta el año 2024, con artículos en inglés y español. El rango de años fue determinado por una búsqueda inicial en Web of Science, donde aparecieron artículos entre esos años, y determinó el rango para la base SCOPUS. El idioma se determinó por los idiomas que son manejados por los autores. Por último, los resultados de la búsqueda en ambas bases de datos fueron puestos en un mismo Excel que fue compartido entre todos los autores, para realizar el descarte de los artículos duplicados. En la Tabla 1 se encuentra a detalle la fórmula de búsqueda, los filtros aplicados, y los resultados obtenidos en cantidad de artículos. Esta búsqueda se realizó el 2 de mayo del año 2024.

Criterios de inclusión y exclusión

Los artículos debían basar su investigación en el uso de variados tipos de tecnología como método de enseñanza de morfología dentro del contexto de la educación médica. Como tipos de tecnología, se consideran el microscopio digital y virtual, tablas de disección digital, modelado e impresión 3D, uso de juegos en línea, plataformas basadas en IA, recursos multimediales, recursos interactivos, y aprendizaje en línea. Se consideraron estudios que fueran comparativos para grupos de estudiantes que usarán las tecnologías y otro grupo que implementara el aprendizaje tradicional de la disciplina enseñada. En su defecto, fueron considerados también estudios que fuesen de seguimiento, es decir, que compararan el antes y el después de la intervención del uso de la tecnología. No se descartaron estudios que consideraran un tercer grupo como aprendizaje combinado. Por último, los estudios debían contener resultados tanto cuantitativos como cualitativos; sobre los resultados cuantitativos, se consideraban como tales evaluaciones que midieran y lograran una comparación entre el uso y no-uso de la tecnología, y encuestas de percepción de respuesta múltiple; en cuanto a los resultados cualitativos, se consideraban resultados de encuestas de percepción de respuesta

abierta. Se excluyeron artículos que no tuviesen resultados cuantitativos que sirvieran a modo de comparación de la eficacia de los métodos tecnológicos. También se excluyeron los que su estudio no estuviese centrado en la educación médica, sino en determinar nuevos métodos diagnósticos, o que fuesen centrados en un área que fuese complementada por la morfología, pero no fuese tal. La totalidad de los criterios de inclusión y exclusión se presentan en la tabla 2.

Tabla 1. Búsqueda en bases de datos.

Ecuación de búsqueda	Filtros	Base de datos	Resultados	
(TITLE-ABS-KEY("technology" OR "technological" OR "digital" OR "online") AND TITLE-ABS-KEY("learning" OR "education") AND TITLE-ABS-KEY("morphology") AND TITLE-ABS-KEY("medical students" OR "medical education"))	Artículos	Scopus	54	
	Años: 2009-2024			
(TS=("technology" OR "technological" OR "digital" OR "online") AND TS=("learning" OR "education") AND TS=("morphology") AND TS=("medical students" OR "medical education"))	Artículos	Web of Science	33	
	*aparecían del 2009 al 2024			
			87	Total
			23	Duplicados
			37	Descartados
			27	Total después del filtro inicial
			8	Descartados luego de la revisión completa
			7	Descartados luego del barrido final
			12	Total después del filtro final

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Contexto del estudio: Investigaciones centradas en la educación médica en morfología.	Fuera del contexto de educación médica en morfología: Estudios que enfoquen el uso de tecnología en diagnóstico o en áreas complementarias a la morfología, pero no centrados en ella.
Intervención: Uso de tecnologías como método de enseñanza de morfología, incluyendo microscopio digital y virtual, mesas de disección digital, modelado e impresión 3D, juegos en línea, plataformas de IA, recursos multimediales e interactivos, y aprendizaje en línea.	Ausencia de intervención tecnológica en la enseñanza: Artículos sin uso de tecnologías o que no las utilicen como método de enseñanza en morfología.
Diseño del estudio: Estudios comparativos entre un grupo que usa tecnología y otro con métodos tradicionales, o estudios de seguimiento (antes y después de la intervención tecnológica). Se permiten estudios con un tercer grupo que use	Diseño inadecuado para evaluar comparativamente: Estudios sin comparación entre grupos de tecnología y métodos tradicionales, o sin diseño de seguimiento.

aprendizaje combinado.	
Resultados cuantitativos y cualitativos: Estudios que incluyan resultados cuantitativos (evaluaciones comparativas, encuestas de percepción de respuesta múltiple) y cualitativos (encuestas de percepción de respuesta abierta).	Falta de resultados cuantitativos: Artículos sin resultados cuantitativos útiles para comparar la eficacia de la tecnología en el aprendizaje de morfología (descartados en el barrido final).
Tipo de estudio: Estudios que contengan resultados que permitan evaluar la eficacia del uso de tecnología en el aprendizaje de morfología para estudiantes de medicina.	Ausencia de resultados comparativos relevantes: Estudios que no tengan resultados cuantitativos o cualitativos de interés para evaluar la eficacia de la tecnología en la enseñanza de morfología en educación médica.
Periodo de publicación: Artículos publicados entre 2009 y 2024.	Año de publicación fuera del rango establecido: Artículos publicados antes de 2009 o después de 2024.

Proceso de preselección

Una vez que se eliminaron aquellos artículos que se encontraban duplicados, cada autor de una forma independiente e individual revisó una serie de estudios que fueron numerados del 1 al 87 y distribuidos equitativamente. Fueron revisados título y abstract de los 87 artículos. Esta información se ordenó en un Excel conjunto, para que todos los miembros del equipo manejaran la información. Fueron seleccionados aquellos artículos que sí cumplían con los criterios de inclusión, previamente acordados, y luego, las discrepancias fueron revisadas en reuniones con todos los autores. Al finalizar este proceso de selección, el autor de mayor manejo revisó cada selección, para evitar cometer errores y manejar las discrepancias.

Proceso de selección y recopilación de datos

Los 27 artículos que fueron aceptados luego de la revisión inicial fueron distribuidos equitativamente para su revisión exhaustiva entre todos los autores. Cada autor de forma independiente realizó una lectura completa de cada texto, recuperándose títulos, nombres de los autores, año y país en el que se desarrolló el estudio, el objetivo, el diseño, los participantes, los instrumentos, y los resultados que fuesen relevantes para contestar la pregunta de investigación. Todos estos datos fueron recopilados en otro Excel conjunto, y cada autor fue seleccionando aquellos artículos que hicieran referencia y que respondieron a nuestra pregunta de investigación. Nuevamente, se realizó una reunión para ampliar el conocimiento a todos los autores de porqué algunos artículos fueron seleccionados y otros no, y luego el autor de mayor manejo realizó una lectura completa de todos los artículos seleccionados, revisando además lo recopilado en el Excel, y corrigiendo secciones o eliminando artículos seleccionados en caso de ser necesario. Los 7 artículos que fueron descartados en el barrido final no contaban con resultados cuantitativos, solo cualitativos a través de encuestas de percepción, por lo que no cumplían todos los criterios de inclusión. El proceso de selección de los artículos se encuentra expuesto en la figura 1. Por último, aquellos resultados que hacían referencia a experiencias similares fueron agrupados bajo nombres comunes, de manera conjunta por todos los autores. El desarrollo de los estudios seleccionados se encuentra en la tabla 3. Se utilizó una herramienta de inteligencia artificial para la síntesis de los artículos revisados.

Proceso de análisis: Clasificación de las experiencias

Posteriormente, las experiencias fueron clasificadas dentro de cuatro categorías pertinentes: i) Rendimiento académico; ii) Satisfacción y percepción de los estudiantes; iii) Participación activa y autónoma; iv) Desarrollo de habilidades técnicas y especiales.

Tabla 3. Estudios seleccionados.

Autor (País, Año), Ref.	Objetivo del estudio	Diseño del estudio	Participantes	Instrumentos	Hallazgos
Alzahrani et al. (Arabia Saudita, 2019) (11)	Examinar la eficacia de la capacitación SODAR para mejorar la calidad de las habilidades y conocimientos de tallado dental entre estudiantes varones preclínicos sauditas en Arabia Saudita.	Ensayo clínico aleatorizado, doble ciego y de brazo paralelo.	30 estudiantes de pregrado de higiene dental, varones, de la Universidad de Albaha, Arabia Saudita. Fueron divididos en dos grupos: Grupo experimental (n=15): 12 horas de entrenamiento SODAR. Grupo control (n=15): No recibió el entrenamiento SODAR.	Evaluación de la calidad del tallado dental a través de dos examinadores doble ciego, en una escala de 0 a 10 puntos. Un cuestionario teórico con 10 preguntas para evaluar antes y después de la utilización de la intervención SODAR, donde las preguntas se centraron en identificar diferentes formas, ubicaciones, configuraciones, características, partes y tejidos de dientes deciduos y permanentes, anatomía de la cavidad oral y el proceso alveolar, y el sistema de numeración y codificación de dientes.	El grupo SODAR obtuvo una media de notas ligeramente superior en la evaluación de conocimientos teóricos, con una puntuación media de 7.4 frente a 7.1 en el grupo de control. Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de respuestas correctas para cada una de las cuestiones teóricas, con un porcentaje de respuestas correctas del 82% para el grupo SODAR y del 80% para el grupo de control.
Becerra et al. (Chile, 2018) (12)	Evaluar el rendimiento académico y la percepción de los alumnos utilizando microscopía óptica y microscopía virtual en base a una aplicación web.	Estudio experimental.	92 estudiantes de primer año de odontología, que atendieron al ramo de histología, que se hayan matriculado en 2017 y estén cursando el ramo por primera vez, de la Universidad de los Andes, Santiago, Chile. Fueron separados en 2 grupos: Microscopía óptica: n=46 Microscopía digital: n=46	Microscopía óptica y digital. Prueba cognitiva. Encuesta de percepción.	En la prueba cognitiva, el grupo de microscopía óptica obtuvo un promedio de 5.4, mientras que el grupo de microscopía digital obtuvo un promedio de 5.7, en una escala de 1 a 7. El análisis de la prueba T mostró una tendencia a mejores resultados para el grupo de microscopía digital ($t = 0.77$). Además, un 73.24% de los estudiantes consideró más justa la evaluación con microscopía digital.

					que la óptica.
Becerra et al. (Chile, 2015) (7)	Comparar el rendimiento académico y la percepción de los alumnos utilizando tres métodos de aprendizaje: sistema digital, microscopía y microscopía más sistema digital, en la unidad de tejido muscular del curso de morfología de primer año de Odontología de la Universidad de los Andes.	Estudio experimental .	95 estudiantes del primer año de odontología, que estén cursando histología y se hayan matriculado en 2012, en la Universidad de los Andes, Santiago, Chile. Se dividieron en 3 grupos: Grupo 1 (n=32): microscopio óptico individual. Grupo 2 (n=34): Sistemas digitales. Grupo 3 (n=29): microscopía más sistemas digitales.	Microscopía óptica y digital. Prueba cognitiva. Encuesta de percepción.	Sobre la identificación correcta de tejidos y estructuras, el Grupo 1 presentó un promedio de 5.03, el Grupo 2 tuvo un promedio de 4.5, y el Grupo 3 obtuvo el promedio más alto con 5.45. Las diferencias entre las puntuaciones de los grupos fueron estadísticamente significativas, con un valor p de 0.0023, indicando que el grupo que utilizó ambos métodos obtuvo resultados superiores en comparación con los grupos que utilizaron únicamente uno de los métodos. Además, el 69% del Grupo 1 reportó sentirse motivado, contra un 51% del Grupo 2.
Donkin et al. (Australia, 2019) (9)	Determinar si los estudiantes matriculados en un programa de ciencias de laboratorio médico muestran un mayor compromiso con la materia y logran mejores resultados académicos al utilizar retroalimentación en video y recursos en línea.	Experimental con enfoque mixto.	28 estudiantes de primer año matriculados en el curso de histología del programa de ciencias de laboratorio médico en 2017. Se separaron dos grupos: Grupo video (n=14). Grupo control (n=14).	Videos grabados por expertos demostrando técnicas histológicas. Grupo video realizó la grabación de sus procedimientos, en primera persona mediante uso de GoPRO, y en tercera persona mediante iPhones, que luego fueron evaluados y retroalimentados por un instructor. Portafolio de aprendizaje en línea con información de apoyo. Evaluación práctica de las técnicas histológicas e identificación morfológica.	En el curso de histología MLS121, la asistencia práctica fue alta en ambos grupos: 87.5% en el grupo de control y 97.7% en el grupo de video. La asistencia a tutoriales fue del 95.1% en el grupo de video y del 64.0% en el grupo de control. Los estudiantes del grupo de video mostraron una mejora significativa en la calificación final, con una media de 75.6% (SD 12.74), en comparación con el grupo de control, que tuvo una media de 55.6% (SD 24.46; P = 0.01).

				Encuesta de percepción.	
Felszegh et al. (Finlandia, 2019) (13)	Investigar si los estudiantes de un curso de histología médica y dental obtendrían mejores calificaciones utilizando el software de juegos Kahoot® y si la gamificación afecta el aprendizaje y la satisfacción de los estudiantes.	Estudio cuasi-experimental .	215 estudiantes de primer año de medicina y odontología de la Universidad de Finlandia Oriental (UEF). Los estudiantes fueron divididos aleatoriamente en cinco grupos iguales: Grupo 1 (G1): Kahoot® al inicio de la sesión como jugadores individuales. Grupo 2 (G2): Kahoot® al inicio de la sesión en equipo. Grupo 3 (G3): Kahoot® al final de la sesión como jugadores individuales. Grupo 4 (G4): Kahoot® al final de la sesión en equipo. Grupo 5 (G5): Kahoot® al inicio y al final de la sesión en equipo.	Plataforma de gamificación Kahoot. Plataforma de imágenes completas histológicas en la nube. Encuesta de percepción. Evaluación de rendimiento académico por medio de exámenes finales de histología.	Las puntuaciones correctas en los test fueron significativamente mayores cuando los estudiantes completaron los test en modo equipo (69%) frente al modo individual (58%; $p < 0.05$) al inicio, y lo mismo al final (grupal=87%; individual=82%; $p < 0.05$). La participación en los quizzes de Kahoot® fue del 93% de la población estudiantil.
Hsiao et al. (Taiwán, 2016) (8)	Comparar el uso de eBooks multimedia interactivos (IME) con el uso de PowerPoint tradicional (TPP) para enseñar morfología de células sanguíneas y de médula ósea.	Estudio prospectivo aleatorio.	51 internos de tres escuelas de medicina de Taiwán, que estaban en entrenamiento con un solo maestro en el departamento de hematología pediátrica del Hospital Memorial Chang Gung, Kaohsiung, Taiwán. Se separaron en 2 grupos: Grupo PowerPoint tradicional (TPP): 25 internos. Grupo eBook multimedia interactivo (IME): 26 internos.	eBook multimedia interactivo (IME), que incluye funciones interactivas como pruebas de juego, identificación de tipos de células, diagnósticos clínicos simulados, etiquetado de imágenes y módulos de aprendizaje de arrastrar y soltar. Presentación de PowerPoint (TPP). Aplicación CellQuiz de CellAtlas para evaluar antes y después de del aprendizaje. Un cuestionario de percepción sobre interés,	Los internos que utilizaron el eBook multimedia interactivo lograron puntuaciones significativamente mejores en la post-prueba en comparación con aquellos que usaron el atlas de PowerPoint, con un promedio de 103.2 (SD 13.6) frente a 70.6 (SD 13.7), respectivamente ($p < 0.001$). Además, el grupo IME reportó un mayor nivel de interés, motivación y efectividad con su material de estudio (92.3%), en comparación con el grupo PPT (36%).

				motivación y efectividad.	
Odeh et al. (Jordania, 2022) (14)	Evaluar la efectividad del uso del sistema de respuesta del público (ARS) Poll Everywhere (PollEV) en la enseñanza práctica en línea de histología durante el confinamiento por la pandemia de COVID-19 y su impacto en las preferencias y el rendimiento de los estudiantes.	Ensayo cruzado controlado aleatorio.	140 estudiantes de primer año de la Facultad de Medicina de la Universidad Aplicada Al-Balqa (BAU), Al-Salt, Jordania. Fueron divididos aleatoriamente en dos grupos iguales: Grupo A (n=70): Histología ósea sin PollEV, histología muscular con PollEv. Grupo B (n=70): Histología ósea con PollEV, histología muscular sin PollEv.	Microsoft Teams™ y Moodle™ como plataformas de aula virtual. Software Poll Everywhere (PollEV) Audience Response System para las sesiones interactivas de histología práctica; se utilizó para crear preguntas interactivas (opción múltiple, nube de palabras, imagen clickable, orden de rango) que se incluían en presentaciones de PowerPoint. Presentaciones de PowerPoint. Evaluaciones de rendimiento al final de cada semana de aprendizaje, sobre los temas vistos esa semana, de 20 preguntas. Encuestas de percepción.	El grupo B obtuvo un promedio significativamente mayor en el quiz de histología ósea (16.46 ± 2.77) en comparación con el grupo A (13.71 ± 4.51 ; $p = 0.000$). Por otro lado, el grupo A tuvo mejores resultados en el quiz de histología muscular (17.66 ± 1.98) frente al grupo B (15.80 ± 4.38 ; $p = 0.002$). Un 91% indicó que PollEV aumentó su atención en clase, un 92% que aumentó el disfrute de las sesiones, y el 78,3% que mejoró sus habilidades en histología práctica.
Rinaldi et al. (Estados Unidos, 2017) (18)	Evaluar el uso de un sistema de respuesta en la clase (CRS por sus siglas en inglés) interactivo basado en el uso de una plataforma-nube para identificar los conceptos erróneos "sobre la marcha", minimizar la interpretación errónea debido a feedbacks informales contradictorios o	Estudio prospectivo.	Estudiantes de pregrado y posgrado matriculados en el curso de histología de 2015 en la Universidad de Cornell (n=39).	El CRS "Pearson Learning Catalytics", en su versión 2015; sesiones de revisión interactiva (IRS por sus siglas en inglés) con módulos de pregunta durante éstas; encuestas antes de empezar y al terminar las IRS; encuestas y exámenes al final de la intervención completa, en los estudiantes que hayan usado y no el CRS, y en los profesores que enseñaron con CRS.	El sistema de respuesta interactiva (IRS) no mejoró significativamente los puntajes de exámenes finales por encima de los métodos de retroalimentación actualmente empleados ($P = 0.11$). La percepción general de las sesiones de revisión interactivas fue positiva, con una puntuación promedio de 4.2 en una escala de Likert de 5 puntos.

	confusos, y obtener una atmósfera de enseñanza más inclusiva.				
Schoenherr et al. (Estados Unidos, 2022) (15)	Desarrollar, implementar y evaluar una herramienta de aprendizaje concisa y "a su propio ritmo", utilizando un software de encuesta ampliamente conocido, para mejorar la integración entre histología y patología anatómica en la Facultad de Medicina William Beaumont de la Universidad de Oakland (OUWB).	Estudio cuasi-experimental .	79 estudiantes de primer año de Medicina de la Facultad de Medicina William Beaumont de la Universidad de Oakland (invitados=119, participaron en algún elemento de la investigación=106, participaron en el módulo=79).	Módulo de aprendizaje en línea desarrollado en el software de encuestas "Qualtrics XM". Cuestionarios previos y posteriores al módulo, con 10 preguntas de selección múltiple. Cuatro vídeos cortos con los contenidos a aprender. Tres actividades de categorización para identificación. Retroalimentación posterior a la actividad. Validación de histólogos expertos externos a la Universidad. Encuesta de autoeficacia en patología respiratoria.	Las puntuaciones en la prueba posterior al módulo fueron significativamente mayores (6.8 ± 1.9) en comparación con las puntuaciones previas (5.9 ± 1.7 ; $t(58) = 3.70$, $p < 0.001$). Los usuarios del módulo mostraron una mayor autoeficacia en patología en comparación con los no usuarios ($p = 0.02$).
Ullah et al. (Pakistán, 2021) (16)	Evaluar la satisfacción de los estudiantes y los resultados educativos en un curso de anatomía dental impartido mediante aprendizaje combinado (BL) en comparación con un curso de anatomía dental administrado de manera tradicional/cara a cara (F2F).	Estudio comparativo y de intervención.	98 estudiantes de primer año de anatomía dental. Fueron divididos en 2 grupos: Grupo F2F: 48 en el aprendizaje convencional cara a cara Grupo BL: 50 en el grupo de aprendizaje combinado.	Cuestionario de opción múltiple (MCQs), para evaluar antes y después del aprendizaje, con 40 preguntas. Dundee Ready Education Environment Measure (DREEM), usado como encuesta de percepción. Plataforma de aprendizaje en línea (LMS) para el grupo BL; contenía conferencias multimedia, videos de demostración, cuestionarios, foros de	Las puntuaciones post-test fueron significativamente más altas en el grupo que utilizó Aprendizaje Basado en la Web (BL) (31.5 ± 4.5) en comparación con el grupo de enseñanza presencial (F2F) (27.2 ± 4.8). Las puntuaciones DREEM fueron más altas en el grupo BL (147.3 ± 15.5) en comparación con el grupo F2F (134.5 ± 15.1 ; $p < 0.002$).

				discusión y anuncios además disponibles para computadores, celulares y tablets personales. Tanto para BL como F2F, 26 sesiones presenciales; F2F: de 90 minutos cada una, con presentaciones multimedia y demostraciones de modelos de anatomía dental. BL: de 60 minutos cada una, complementadas con la plataforma LMS.	
Zhang, Chen (China, 2020) (10)	Evaluar el impacto de la tecnología de animación asistida por computadora en la enseñanza de la medicina hematológica y su efectividad para mejorar la comprensión de la morfología celular y el interés de los estudiantes en el aprendizaje.	Estudio cuasi-experimental	492 estudiantes de pregrado clínico en el Departamento de Hematología del Hospital Gulou de la Universidad de Nanjing. Grupo experimental: 235 estudiantes que utilizaron el método de enseñanza con tecnología de animación 3D asistida por computadora para aprender sobre los "Cambios morfológicos en el proceso de regulación inmune celular". Grupo de control: 257 estudiantes que utilizaron métodos tradicionales de enseñanza clínica.	Software de animación 3D para crear modelos animados de morfología celular inmune, para ilustrar cambios morfológicos en el proceso de regulación inmunológica celular. Métodos tradicionales de enseñanza clínica, como el uso de dibujos en la pizarra, gráficos bidimensionales en diapositivas, y representaciones estáticas de células y tejidos. Exámenes teóricos para evaluar la comprensión de la morfología celular, y evaluaciones prácticas para medir habilidades de reconocimiento. Encuestas de percepción.	Las evaluaciones teóricas y de habilidades prácticas en el grupo experimental fueron significativamente mejores en comparación con el grupo de control (P < 0.001). Los estudiantes en el grupo experimental también mostraron una mayor capacidad para manejar la tecnología de animación 3D en comparación con los estudiantes del grupo de control.
Zoia et al.	Establecer las	Estudio	90 estudiantes de segundo año	Encuestas sociológicas, para	La mayoría de los estudiantes

(Ucrania, 2023) (17)	peculiaridades del impacto de la pandemia de COVID-19 en el proceso académico en instituciones médicas superiores y desarrollar un modelo óptimo de organización y metodología de enseñanza bajo condiciones de cuarentena para los estudiantes de la especialidad "Enfermería".	comparativo.	de la especialidad de "Enfermería" de la Universidad Médica Nacional en Ucrania.	evaluar la percepción y preferencias de los estudiantes sobre los principios de enseñanza implementados durante la cuarentena. Skyscape y Virtual Practice for Doctors, aplicaciones utilizadas para proporcionar información médica detallada y para facilitar el aprendizaje práctico virtual, que incluían temas como anatomía humana, enfermedades y recomendaciones prácticas para la gestión de pacientes. Pruebas de conocimientos prácticos y teóricos, 4 meses luego de comenzadas las clases virtuales.	lograron altos niveles de conocimiento tanto teórico como práctico. Un 57.0% de los estudiantes alcanzaron un alto nivel de conocimientos prácticos, con una puntuación media de 0.91, mientras que un 39.0% demostraron un nivel suficiente de conocimientos prácticos, con una puntuación media de 0.83. Solo un 4.0% de los estudiantes mostró un bajo nivel de conocimientos prácticos, con una puntuación media de 0.52. En términos de conocimientos teóricos, un 63.0% de los estudiantes alcanzaron un alto nivel, con una puntuación media de 0.93, y un 35.0% lograron un nivel suficiente, con una puntuación media de 0.80. Solo un 2.0% de los estudiantes mostró un bajo nivel de conocimientos teóricos, con una puntuación media de 0.57.
----------------------	--	--------------	--	---	---

3. Resultados

Selección de los estudios

La revisión sistemática identificó un total de 87 artículos provenientes de diferentes bases de datos. De estos, 33 artículos fueron encontrados en Web of Science (WOS) y 54 en Scopus. Después de la eliminación de artículos duplicados, 64 artículos únicos fueron seleccionados para una revisión más detallada. De estos, 27 artículos fueron aceptados en base a su título y resumen, mientras que 37 fueron descartados. Durante la revisión del texto completo de los 27 artículos aceptados inicialmente, se descartaron 8 artículos por no cumplir con los criterios de inclusión. En el barrido final realizado por el autor de mayor experiencia, se eliminaron 7 artículos adicionales. Finalmente, 12 estudios cumplieron con todos los criterios de inclusión y fueron seleccionados para ser parte de esta revisión sistemática. En la Tabla 3 se encuentra un resumen de cada uno de estos artículos, según lo que fue revisado y recuperado por los autores.

Características de los estudios

Los estudios seleccionados se publicaron entre los años 2015 y 2023, con un notable aumento en el interés por esta área de investigación a partir de 2018. En cuanto a la distribución geográfica de los estudios, la mayoría se concentraron en dos países principales: Estados Unidos (2 estudios) y Chile (2 estudios). Esto indica un interés particular en estas regiones por investigar y mejorar la educación médica en relación con los temas abordados en los estudios seleccionados. El idioma predominante de los artículos fue el inglés, lo cual facilita su accesibilidad y difusión en la comunidad científica internacional.

Temas comunes encontrados en los estudios

De los 12 estudios seleccionados, se identificaron variadas influencias de las tecnologías en la enseñanza de la morfología. Estas influencias se clasificaron en cuatro categorías principales: i) Rendimiento académico, ii) Satisfacción y percepción de los estudiantes, iii) Desarrollo de habilidades técnicas y espaciales, y iv) Participación activa y autonomía. En la Tabla 4 se presenta un resumen de éstas. Además, se realizó una categorización según los tipos de tecnologías utilizada en los estudios (Tabla 5), basada en esta primera categorización de resultados. A continuación, se presentan estas categorías y los temas relevantes encontrados en cada una de ellas.

I. Rendimiento académico

La primera categoría aborda el rendimiento académico de los estudiantes que utilizaron tecnologías en comparación con aquellos que no las usaron. Se identificaron dos subtemas principales dentro de esta categoría.

I.1. Mejor rendimiento académico de los estudiantes que usaron tecnologías en comparación a los estudiantes que no las usaron

Diez estudios informaron que los estudiantes que utilizaron tecnologías mostraron un mejor rendimiento académico en comparación con aquellos que no las usaron. Estos estudios resaltaron mejoras significativas en las calificaciones y la comprensión de los materiales de estudio. Por ejemplo, se encontró que el uso combinado de microscopios digitales y tradicionales resultó en mejores puntuaciones en la identificación de tejidos y estructuras, en comparación con el uso de solo uno de los métodos (7). Además, los internos que utilizaron un eBook multimedia interactivo obtuvieron puntuaciones significativamente mejores en la post-prueba en comparación con aquellos que usaron un atlas de PowerPoint (8). También, los estudiantes del grupo de vídeo en un curso de

histología mostraron una mejora significativa en la calificación final en comparación con el grupo de control (9). Asimismo, se encontró que los estudiantes en un grupo experimental que usaron tecnología de animación 3D tuvieron evaluaciones teóricas y prácticas significativamente mejores en comparación con el grupo de control (10). Otros estudios también apoyaron estos hallazgos, mostrando mejoras en las calificaciones finales y una mayor autoeficacia entre los estudiantes que usaron tecnologías (12-17).

Tabla 4. Categorización de resultados según la influencia al estudiante.

<p>I. Rendimiento académico (12) <i>I.1.</i> Mejor rendimiento académico de los estudiantes que usaron tecnologías en comparación a los estudiantes que no las usaron (10) <i>I.2.</i> No se observan mejoras ni retrocesos en el rendimiento académico de los estudiantes que usaron tecnologías en comparación a los estudiantes que no las usaron (2)</p>
<p>II. Satisfacción y percepción de los estudiantes (7) <i>II.1.</i> Los estudiantes valoran positivamente las diversas tecnologías utilizadas en su aprendizaje (7) <i>II.2.</i> Alta motivación académica de los estudiantes que usaron tecnologías en su aprendizaje (3)</p>
<p>III. Participación activa y autonomía (6) <i>III.1.</i> Impacto de la Tecnología en la Participación Estudiantil (5) <i>III.2.</i> Impacto de herramientas de aprendizaje digital en la autonomía estudiantil (3)</p>
<p>IV. Desarrollo de habilidades técnicas y espaciales (1) <i>IV.1.</i> Cómo las tecnologías ayudan a desarrollar habilidades técnicas y espaciales críticas para el estudio de la morfología (1) <i>IV.2.</i> Las tecnologías como modelos 3D y animaciones mejoran significativamente la comprensión espacial de las estructuras anatómicas complejas (1)</p>

Tabla 5. Categorización de resultados según la tecnología utilizada.

<p>I. Recursos multimediales e interactivos (6) Impacto positivo en el Rendimiento Académico (6) Satisfacción y percepción de los estudiantes (2) Participación activa y autonomía (1)</p>
<p>II. Aprendizaje combinado y en línea (4) Impacto positivo en el Rendimiento Académico (3) Satisfacción y percepción de los estudiantes (3) Participación activa y autonomía (2)</p>
<p>III. Microscopía digital y virtual (3) Impacto positivo en el Rendimiento Académico (3) Participación activa y autonomía (3) Satisfacción y percepción de los estudiantes (2)</p>
<p>IV. Modelos 3D y simulaciones (1) Satisfacción y percepción de los estudiantes (1) Impacto positivo en el Rendimiento Académico (1) Participación activa y autonomía (1) Desarrollo de habilidades técnicas y espaciales (1)</p>
<p>V. Gamificación y aprendizaje basado en juegos (1) Impacto positivo en el Rendimiento Académico (1) Satisfacción y percepción de los estudiantes (1) Participación activa y autonomía (1)</p>

I.2. No se observan mejoras ni retrocesos en el rendimiento académico de los estudiantes que usaron tecnologías en comparación a los estudiantes que no las usaron

Dos estudios reportaron que no hubo diferencias significativas en el rendimiento académico entre los estudiantes que usaron tecnologías y aquellos que no las usaron. Por ejemplo, se concluyó que la intervención SODAR no tuvo un efecto significativo en las evaluaciones de conocimientos teóricos, ya que no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de respuestas correctas para cada una de las cuestiones teóricas (11). Además, se encontró que el sistema de respuesta interactiva (IRS) no mejoró significativamente los puntajes de exámenes finales en comparación con los métodos de retroalimentación actualmente empleados (18).

II. Satisfacción y percepción de los estudiantes

La segunda categoría se centra en la satisfacción y percepción de los estudiantes sobre el uso de tecnologías en su aprendizaje.

II.1. Los estudiantes valoran positivamente las diversas tecnologías utilizadas en su aprendizaje

Siete estudios encontraron que los estudiantes valoraron positivamente las tecnologías utilizadas en su aprendizaje. Estos estudios reportaron que los estudiantes consideraron las tecnologías como herramientas educativas útiles que mejoraron su comprensión y motivación. Por ejemplo, los estudiantes consideraron que el uso de animaciones 3D despertó su deseo de aprendizaje, y facilita la comprensión de los conceptos vistos (10). Además, la participación en quizzes de Kahoot fue del 93% de la población estudiantil, indicando una percepción positiva generalizada de estas tecnologías (5). Otros estudios también encontraron percepciones positivas sobre las tecnologías utilizadas, resaltando su utilidad y efectividad en el proceso de aprendizaje (12, 15-18).

II.2. Alta motivación académica de los estudiantes que usaron tecnologías en su aprendizaje

Tres estudios reportaron una alta motivación académica entre los estudiantes que usaron tecnologías. Estos estudios destacaron que el uso de tecnologías fomentó un mayor interés y participación en las actividades académicas. Por ejemplo, la participación en quizzes de Kahoot mostró que los estudiantes estaban altamente motivados y comprometidos con su aprendizaje (13). La percepción general de las sesiones de revisión interactivas también fue positiva, con una puntuación promedio alta en una escala de Likert, indicando una motivación elevada (18). Además, se encontró que los estudiantes que utilizaron aprendizaje basado en la web tuvieron puntuaciones más altas y una mayor satisfacción con su entorno de aprendizaje (16).

III. Participación activa y autonomía

La tercera categoría examina el impacto de las herramientas de aprendizaje digital en la autonomía estudiantil y la participación activa de los estudiantes.

III.1. Impacto de la tecnología en la participación estudiantil

Cinco estudios resaltaron que la tecnología tiene un impacto significativo en la participación estudiantil. Estos estudios encontraron que el uso de tecnologías fomentó una mayor participación y compromiso de los estudiantes en las actividades académicas. Por ejemplo, la alta participación en quizzes de Kahoot demostró que los estudiantes estaban altamente motivados y comprometidos con su aprendizaje (5). Otros estudios también encontraron que la tecnología mejoró la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje (7, 10, 16, 18).

III.2. Impacto de herramientas de aprendizaje digital en la autonomía estudiantil

Tres estudios indicaron que las herramientas de aprendizaje digital tienen un impacto positivo en la autonomía estudiantil. Estos estudios encontraron que el uso de tecnologías permitió a los

estudiantes tener un mayor control sobre su proceso de aprendizaje y fomentar su independencia. Por ejemplo, se reportó que los estudiantes que utilizaron ambos sistemas, digital y tradicional, obtuvieron mejores resultados en comparación con los que utilizaron solo uno de los métodos, lo que sugiere una mayor autonomía en su aprendizaje (7).

IV. Desarrollo de habilidades técnicas y espaciales

La cuarta categoría se refiere al desarrollo de habilidades técnicas y espaciales críticas para el estudio de la morfología a través del uso de tecnologías.

IV.1. Las tecnologías ayudan a desarrollar habilidades técnicas y espaciales críticas para el estudio de la morfología

Un estudio indicó que las tecnologías ayudan a desarrollar habilidades técnicas y espaciales. Este estudio resalta que el uso de modelos 3D y otras tecnologías avanzadas mejoró significativamente la capacidad de los estudiantes para visualizar y comprender estructuras anatómicas complejas. Por ejemplo, se encontró que los estudiantes en un grupo experimental mostraron una mayor capacidad para manejar la tecnología de animación 3D (10).

IV.2. Las tecnologías como modelos 3D y animaciones mejoran significativamente la comprensión espacial de las estructuras anatómicas complejas

Un estudio resaltó que el uso de tecnologías como modelos 3D y animaciones mejoran la comprensión espacial. Se informó que el uso de estos modelos no solo mejoró la comprensión espacial de los estudiantes, sino que también facilitó la formulación de planes operativos en contextos prácticos (10).

4. Discusión

Dentro de los resultados se encuentran distintas conclusiones que se extrajeron de cada artículo. De forma general, no se encontró ningún resultado que describiera un efecto negativo de la aplicación de la tecnología en la enseñanza de los alumnos de las ciencias de la salud. En cambio, los resultados cuentan cómo estas tecnologías podrían ser neutrales, ya sea a nivel académico o a uno más emocional o como fue en la mayoría de los casos, estas tecnologías se convertirían en un aporte significativo en la manera que los estudiantes afrontan y aprenden de morfología. Dado esto, podemos decir que los resultados que seleccionamos sí responden a la pregunta de investigación, dado que los artículos que hemos revisado nos entregan bastante información acerca de la influencia que tenía la tecnología en el aprendizaje de morfología la cual para su mejor entendimiento clasificamos en: rendimiento académico, satisfacción y percepción de los estudiantes, participación activa y autonomía y, por último, desarrollo de habilidades técnicas y espaciales.

El rendimiento académico fue mencionado en el 100% de los artículos. Sin duda, después de la revisión, ha quedado claro que es importante mantenerse actualizados en las salas de clases para entregar los contenidos de la mejor manera posible. Artículos mencionaron que los estudiantes con un estudio integral de las metodologías de aprendizaje tanto nuevas como antiguas habían logrado tener las mejores calificaciones (7).

La satisfacción y percepción de los estudiantes fue mencionado en 58,3% de los artículos, este punto toma relevancia ya que nos demuestra que no solo la implementación de la tecnología en la enseñanza puede mejorar las calificaciones, también tiene un importante rol en mejorar la actitud que tienen los estudiantes. La introducción de juegos y actividades más didácticas como quizzes en Kahoot generaron una percepción positiva en los estudiantes (13). Otros trabajos que abordan la percepción de los estudiantes, como el de Halalshah R. et al (19) en la enseñanza de la fisiología, destacan que, para materias complejas y conceptos difíciles de comprender, es cuando más se necesitan una serie de herramientas que permitan de manera práctica y visual conectar los contenidos teóricos que se abordan por clase, lo cual vuelve a estas herramientas no solo más

eficaces en el proceso de aprendizaje, sino que un soporte al proceso de aprendizaje que deberían incluir los docentes para asegurar una integración de los contenidos.

La participación activa y autonomía fue mencionada en 50% de los artículos. De la misma manera en que la tecnología puede afectar la actitud de los estudiantes para hacerlos sentir más motivados al momento de estudiar, los artículos afirman que, tras la implementación de nuevos métodos de enseñanza, se ha logrado que los alumnos se sientan más motivados; y no solo eso, también se ha logrado que aumente su participación e independencia tomando más control sobre su propia educación (7, 10, 16, 18). Esto nos indica que el uso de nuevas herramientas en el proceso de aprendizaje puede entregar habilidades transversales tanto para la vida profesional como estudiantil. Investigaciones han mostrado que en general los estudiantes tienen una visión positiva de la implementación de tecnologías. Montané E. et al (20) informa que grupos significativos se encuentran motivados ante distintos cambios en su proceso de aprendizaje. Esto podría evidenciar la importancia de la modernización de la enseñanza, puesto que estos cambios prometen ser un aporte a su vida académica.

El desarrollo de habilidades técnicas y espaciales fue mencionado en 8,3% de los artículos, volviéndose el apartado con menor aparición. Esto puede deberse a que la mayoría de las tecnologías y estudios están enfocados en la capacidad de traspasar conocimientos más bien teóricos, pero eso no deja de lado que hay un precedente que distintas tecnologías pueden otorgar conocimientos complejos que podrían ser más difíciles de integrar con los métodos tradicionales de enseñanza (10). Kok, D. L. et al (21) investigaron acerca del aprendizaje digital en áreas como la oncología, llegando a la conclusión de que el proceso de adaptación que se va a llevar en la próxima década va a estar impulsado por los beneficios que promete la tecnología, como su flexibilidad. Esto podría indicar que la implementación de tecnología de enseñanza de asignaturas más avanzadas y en contextos clínicos o prácticos es un acierto.

En total fueron 11 los artículos que por año de publicación no fueron considerados dentro de esta revisión, y de estos, solo 2 cumplían con el resto de los criterios de inclusión antes descritos. Uno de estos se centraba en el uso de un tutorial de dermatología basado en computadora (CAI) llamado "VisualDX Integrated Morphology Module" en un grupo de estudiantes, a comparación de la implementación de una clase magistral tradicional a otro grupo (22), mientras que el otro artículo comparaba el uso de un monitor gráfico y el uso de una proyección de diapositivas fotográficas en un mismo grupo de estudiantes (23). Ambas tecnologías se incluyen en la categoría de recursos multimediales, siendo el monitor gráfico también considerado una tecnología de aprendizaje en línea. En ambos estudios se determinó que no hubo una diferencia significativa en los resultados de los exámenes a los que fueron expuestos los estudiantes, por lo que concluyeron que el uso de la tecnología no mejoró ni empeoró el aprendizaje, es decir, no se observa una real influencia de su uso en los estudiantes. Esto puede deberse, en el caso del segundo artículo, a que el estudio no logró ser realmente comparativo, ya que primero se usó el monitor gráfico (tecnología) y luego las diapositivas fotográficas (tradicional) en los mismos estudiantes, no logrando ser observado el impacto real que puede tener esta tecnología, considerando que parte de su objetivo de estudio era evaluar si el monitor gráfico puede ser una alternativa efectiva a las diapositivas tradicionales en la enseñanza de dermatología (23). Y en general, pudiese deberse por la reciente incorporación de las tecnologías en el contexto de Educación Médica en los años 1992 (23) y 2008 (22).

Solo la tecnología de modelos de impresión 3D tiene una influencia en el desarrollo de habilidades técnicas y espaciales. Esto se explica en la revisión de Heinze A. et al (24), donde algunas de las imágenes digitales de distintos exámenes imagenológicos se procesan y se imprimen los elementos de interés por separado. Esta visualización 3D única que dan los modelos permitieron: A los estudiantes, un mejor reconocimiento de sitios de lesión mediante la impresión de un tumor renal; una mejor planificación quirúrgica al imprimir la lesión en su contexto; menor

riesgo de complicaciones durante los procedimientos quirúrgicos al ser impresa la anatomía exacta del paciente, logrando identificar anatomías complejas o poco comunes.

Fortalezas y Limitaciones

Esta revisión sistemática abarca estudios con una amplia diversidad geográfica y temporal, lo que proporciona una visión global del impacto de las tecnologías en el aprendizaje de la morfología. Además, se examinaron una gran variedad de tecnologías, y los resultados obtenidos fueron consistentes, lo que refuerza la validez de los hallazgos.

No obstante, se identificaron limitaciones en los estudios revisados. En primer lugar, el tamaño de muestra en algunos estudios fue limitado, lo que puede afectar la generalización de los resultados. En segundo lugar, la heterogeneidad de los estudios dificulta la comparación directa y la generalización de los hallazgos. Por último, la falta de datos a largo plazo limita la comprensión del impacto sostenido del uso de estas tecnologías en la enseñanza.

Investigaciones Futuras

Para futuras investigaciones, se recomienda considerar el análisis de factores contextuales como el entorno de aprendizaje, el nivel de experiencia de los estudiantes y la disponibilidad de recursos tecnológicos. Este enfoque permitirá proporcionar recomendaciones más personalizadas y contextualmente relevantes. Además, es esencial llevar a cabo estudios longitudinales que evalúen el impacto a largo plazo del uso de tecnologías en el rendimiento académico y el desarrollo de habilidades, para entender mejor el efecto sostenido de estas herramientas en la educación médica.

Recomendaciones

A partir de la revisión sistemática realizada, se identificaron varios hallazgos clave sobre el impacto de las tecnologías en el aprendizaje de la morfología en la educación médica. Estos hallazgos sugieren importantes implicaciones para la práctica educativa y orientaciones para futuras investigaciones. Para lograr un mejoramiento en el aprendizaje de la morfología mediante el uso de tecnologías, recomendamos lo expuesto en la tabla 6.

Tabla 6. Recomendaciones para la práctica educativa y futuras investigaciones

Recomendación	Descripción
Integración de animaciones 3D y plataformas interactivas.	Incluir herramientas tecnológicas que faciliten la visualización de estructuras complejas para mejorar el rendimiento académico.
Uso de herramientas de gamificación.	Implementar herramientas como Kahoot! Y Poll Everywhere para aumentar la participación y el compromiso en clases de Morfología.
Incorporación de simulaciones y modelos visuales.	Utilizar simulaciones y entornos virtuales en la formación práctica para desarrollar habilidades clínicas en un entorno seguro.
Diseños de estrategia de enseñanza flexibles.	Combinar métodos presenciales y en línea para garantizar la continuidad del aprendizaje, inclusive en circunstancias imprevistas.
Evaluación regular del impacto de las tecnologías.	Monitorizar y ajustar las estrategias de enseñanza basadas en el uso de tecnologías, tomando en cuenta el rendimiento y la retroalimentación de los estudiantes.
Capacitación docente en tecnologías educativas.	Proporcionar formación a los profesores en el uso de tecnologías para maximizar su efectividad en el aula.

Personalización del aprendizaje.	Adaptar las tecnologías a las necesidades individuales de los estudiantes para optimizar los resultados educativos.
----------------------------------	---

5. Conclusiones

- La revisión sistemática sugiere que la implementación de tecnologías avanzadas en la enseñanza de la morfología tiene un impacto positivo dentro de la educación médica.
- El uso de microscopios digitales y virtuales, modelos 3D, plataformas interactivas y recursos multimedia ha mejorado significativamente el rendimiento académico y la comprensión de estructuras anatómicas complejas. Además, estas herramientas fomentan la motivación, el compromiso y la autonomía en el aprendizaje, permitiendo una participación más activa de los estudiantes.
- El desarrollo de habilidades técnicas también se ha visto favorecido por el uso de estas tecnologías, preparando mejor a los estudiantes para entornos clínicos.
- La accesibilidad de los recursos digitales permite un aprendizaje flexible y personalizado, mejorando la preparación académica.
- Aunque algunos estudios no mostraron diferencias significativas en el rendimiento académico, no se reportaron efectos negativos relacionados con el uso de la tecnología.
- Se recomienda realizar más investigaciones a largo plazo para evaluar su impacto sostenido y explorar la personalización de estas herramientas para optimizar su efectividad en la enseñanza de la morfología.

Financiación: No ha habido financiación.

Declaración de conflicto de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores: Paz Ampuero contribuyó dirigiendo el desarrollo de la revisión y en la búsqueda para la revisión, y junto a Valentina Riquelme, Eduardo Vargas, Sofía Araya y Renata Cozzi contribuyeron a la recopilación y análisis de los datos de la revisión sistemática, además de en la redacción y revisión del presente manuscrito. Álvaro Herrera y Camila Riquelme contribuyeron en dirigir las etapas de preparación del artículo, además de en la supervisión y revisión del manuscrito. Todos los autores leyeron y aceptaron el artículo final.

Referencias.

1. Inzunza O, Koenig C, Salgado G. *Morfología humana*. Ediciones UC: Santiago, Chile, 2017. ISBN: 978-956-14-2043-4. <https://isbn.cloud/9789561420434/morfologia-humana/>
2. Bravo A. La anatomía ha evolucionado: enseñar y aprender anatomía en el siglo XXI ¿Qué ha cambiado? *Morfología*, 2019, 11(1), 3-10. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/view/80518/71244>
3. Carpio E. La enseñanza de la anatomía microscópica sin microscopios. *Educ Med Super*, 2020, 34(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412020000200021.
4. Mompeó B. Metodologías y materiales para el aprendizaje de la anatomía humana: percepciones de los estudiantes de medicina 'nativos digitales'. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 2014, 17(2), 99-104. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2014-98322014000200007.
5. Emadzadeh A, EidiBaygi H, Mohammadi S, Etezadpour M, Yavari M, Mastour H. Virtual Dissection: an Educational Technology to Enrich Medical Students' Learning Environment in Gastrointestinal Anatomy Course. *Med Sci Educ*, 2023, 33, 1175-1182. <https://doi.org/10.1007/s40670-023-01867-z>
6. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía para la revisión sistemática. *Rev Esp Cardiol*, 2021, 74(9), 710-713. <https://www.revespcardiol.org/es-declaracion-prisma-2020-una-guia-articulo-S0300893221002748>

7. Becerra DG, Grob LP, Rodríguez RÁ, Barker MM. Academic achievement and perception of two teaching methods in histology: Light and digital microscopy. *Int J Morphol*, 2015, 33(3), 811-816. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000300001>
8. Hsiao CC, Tiao MM, Chen CC. Using interactive multimedia e-Books for learning blood cell morphology in pediatric hematology. *BMC Med Educ*, 2016, 16(1), 290. <https://doi.org/10.1186/s12909-016-0816-9>
9. Donkin R, Askew E, Stevenson H. Video feedback and e-Learning enhances laboratory skills and engagement in medical laboratory science students. *BMC Med Educ*, 2019, 19(1), 310. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1745-1>
10. Zhang S, Chen F. The Effects of Computer-Aided Animation Technology in the Teaching of Hematological Medicine. *CAD Comput Aided Des Appl*, 2021, 18(S3), 58-69. <https://doi.org/10.14733/cadaps.2021.S3.58-69>
11. Alzahrani AAH, Alhassan EM, Attia MA, Albanghali MA. Enhancing dental carving skills of preclinical dental hygiene students using online dental anatomy resources. *Open Dent J*, 2019, 13(1), 499-504. <https://doi.org/10.2174/1874210601913010499>
12. Becerra D, Grob L, Assadi JL, Astorga C, Tricio J, Melelli R, Silva C, Sabag N. Academic Achievement and Perception of Two Teaching Methods in Histology: Light and Digital Microscopy. Pilot Study. *Int J Morphol*, 2018, 36(3), 811-816. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022018000300811>
13. Felszeghy S, Pasonen-Seppänen S, Koskela A, Nieminen P, Härkönen K, Paldanius KMA, Gabbouj S, Ketola K, Hiltunen M, Lundin M, Haapaniemi T, Sointu E, Bauman EB, Mahonen A. Using online game-based platforms to improve student performance and engagement in histology teaching. *BMC Med Educ*, 2019, 19(1), 273. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1701-0>
14. Odeh H, Kaddumi EG, Salameh MA, Al-Khader A. Interactive Online Practical Histology Using the Poll Everywhere Audience Response System: An Experience During the COVID-19 Lockdown. *Int J Morphol*, 2022, 40(1), 102-106. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022022000100102>
15. Schoenherr DT, Dereski MO, Bernacki KD, Khayyata S, Attardi SM. Development and evaluation of an online integrative histology module: simple design, low-cost, and improves pathology self-efficacy. *Med Educ Online*, 2022, 27(1), 2011692. <https://doi.org/10.1080/10872981.2021.2011692>
16. Ullah R, Siddiqui F, Adnan S, Afzal AS, Zafar MS. Assessment of blended learning for teaching dental anatomy to dentistry students. *J Dent Educ*, 2021, 85(7), 1301-1308. <https://doi.org/10.1002/jdd.12606>
17. Zoia S, et al. Impact of COVID-19 Pandemic on Academic Process in Higher Medical Institutions: Optimal Model of Organisation and Methodology of Teaching under Quarantine Conditions. *J Educ Soc Res*, 2023, 13(2), 93-100. <https://doi.org/10.36941/jesr-2023-0119>
18. Rinaldi VD, Lorr NA, Williams K. Evaluating a technology supported interactive response system during the laboratory section of a histology course. *Anat Sci Educ*, 2017, 10(4), 328-338. <https://doi.org/10.1002/ase.1667>
19. Halalshah, R., Al-Rawashdeh, A., & Rababah, E. (2023). Medical students' perceptions of factors that impact their performance in human physiology course: suggestions for improving course presentation. *BMC Medical Education*, 23(1), 705. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04661-y>
20. Montané, E., Vilaplana, C., Riera, J., Pujol, M., Méndez, M., Mas, A., Vara, A., & Parés, D. (2023). Medical students' opinion of their learning process. *Medical Science Educator*, 33(5), 1183–1190. <https://doi.org/10.1007/s40670-023-01873-1>
21. Kok, D. L., Dushyanthen, S., Peters, G., Sapkaroski, D., Barrett, M., Sim, J., & Eriksen, J. G. (2022). Screen-based digital learning methods in radiation oncology and medical education. *Technical Innovations & Patient Support in Radiation Oncology*, 24, 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.tipsro.2022.10.003>
22. Jenkins S, Goel R, Morrell DS. Computer-assisted instruction versus traditional lecture for medical student teaching of dermatology morphology: A randomized control trial. *J Am Acad Dermatol*, 2008, 59(2), 255-259. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2008.04.026>
23. Sneiderman CA, Cookson JP, Hood AF. Use of computer graphic images in teaching dermatology. *Comput Med Imaging Graph*, 1992, 16(3), 151-152. [https://doi.org/10.1016/0895-6111\(92\)90069-L](https://doi.org/10.1016/0895-6111(92)90069-L)
24. Heinze, A., Basulto-Martinez, M., Suárez-Ibarrola, R. Impresión 3D y sus beneficios en el campo de la educación médica, entrenamiento y asesoría del paciente. *Rev. Esp. Edu. Med.*, 2020, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.6018/edumed.421221>



