



Evaluación en la educación médica desde el contexto virtual: una revisión sistemática

Assessment in medical education from the virtual context: a systematic review

Miguel Alejandro Fernandez Alemán^{1*}, Odiel Estrada Molina² y Denise Alvarez Sam³

¹ Centro de Neurociencias de Cuba; mafernandez@cneuro.edu.cu, <https://orcid.org/0000-0001-6475-175X>

² Universidad de Valladolid; odiel.estrada@uva.es, <https://orcid.org/0000-0002-0918-418X>

³ Hospital Pediátrico Docente Centro Habana, deniseasam@infomed.sld.cu, <https://orcid.org/0009-0001-5028-9573>

* Correspondencia: mafernandez@cneuro.edu.cu

Recibido: 5/6/24; Aceptado: 27/6/24; Publicado: 1/7/24

Resumen: La evaluación constituye uno de los temas más estudiados por la comunidad científica debido a su complejidad e impacto en el aprendizaje. En contextos virtuales, la evaluación ha sido objeto de análisis en varios estudios de educación superior para comprender su implementación con el aprovechamiento que ofrecen las tecnologías. Si bien los aportes sobre esta temática son aplicables a todos los ámbitos educativos, la evaluación puede variar según factores didácticos y pedagógicos específicos, como es el caso de la educación médica. En esta dirección se carecen de investigaciones teóricas que determinen las tendencias en la evaluación en la educación médica en contextos virtuales. Esta investigación contribuye a solucionar este vacío teórico a partir de una revisión sistemática. Para ello, se aplicó el protocolo PRISMA a estudios presentes en la Web of Science Core Collection (2018 - mayo 2023) y se realizó un análisis de contenido a la literatura científica (n = 46). Los resultados mostraron similitudes en las tendencias evaluativas en contextos virtuales tanto en la educación superior como en la educación médica. Se concluye que las evaluaciones con el uso recursos multimedia, exámenes en línea, a través del juego, mediante videoconferencias, plataformas educativas y aprendizaje invertido son tendencias evaluativas en contextos virtuales similares a estudios generales de educación. Sin embargo, se destaca que la evaluación basada en simulaciones, inteligencia artificial, realidad virtual y aumentada, son las tendencias más acentuadas en la educación médica.

Palabras clave: evaluación; aprendizaje virtual; educación médica; evaluación virtual; educación superior

Abstract: Assessment is one of the most studied topics by the scientific community due to its complexity and impact on learning. In virtual contexts, assessment has been a focal point of analysis in several higher education studies to understand its implementation with the benefits offered by technologies. While contributions on this topic are applicable to all educational environments, assessment can differ based on specific didactic and pedagogical factors, such as in medical education. Consequently, there is a lack of theoretical research determining trends in assessment in medical education in virtual contexts. This research aims to address this theoretical gap through a systematic review. The PRISMA protocol was applied to studies in the Web of Science Core Collection (2018 - May 2023) and a content analysis of scientific literature (n = 46) was conducted. The results showed similarities in evaluative trends in virtual contexts both in higher education and medical education. It is concluded assessments using multimedia resources, online exams, gamification, video conferencing, educational platforms, and flipped learning are evaluative trends in virtual contexts similar to general education studies. However, assessment based on simulations, artificial intelligence, virtual and augmented reality are the most pronounced trends in medical education.

Keywords: evaluation; virtual learning; medical education; virtual evaluation; higher education

1. Introducción

La evaluación es concebida como una actividad compleja y necesaria en el aprendizaje, pues contribuye, entre otros factores, al rendimiento académico y motivación del estudiantado. En contextos virtuales, la evaluación es una de las preocupaciones del profesorado respecto a su implementación con las oportunidades que ofrecen las tecnologías (1). Revisiones sistemáticas en estudios de educación superior sobre evaluación en contextos virtuales han determinado los tipos, modos y formatos de la evaluación (2-3). Sin embargo, si bien los estudios son interesantes para la comunidad científica, estos son generales y quizás no del todo aplicable a didácticas específicas, como es el caso de la educación médica.

En la educación médica, la evaluación en contextos virtuales adquiere una relevancia debido a la naturaleza de la práctica clínica y al incremento en la adopción de tecnologías en los últimos años (4). Tradicionalmente, aunque existen diversas tipologías de evaluación en Educación Médica, la más empleada se caracteriza por ser de tipo (5):

- Diagnóstica. Previa al proceso formativo para explorar los conocimientos y habilidades que tienen los estudiantes.
- Formativa. Para valorar el avance de la formación y desarrollo de conocimiento, habilidades y competencias que va teniendo el estudiantado.
- Sumativa. Permite al profesorado promover un juicio final del desarrollo del estudiantado basado en su desempeño escolar en la realización de las actividades de aprendizaje.

Estas formas de evaluación se sustentan en la zona de desarrollo próximo y las potencialidades que tienen los estudiantes en su aprendizaje permitiéndole al docente, diseñar actividades de aprendizaje, la adecuación de contenidos, el trabajo colaborativo y el uso de metodologías activas. Investigaciones educativas indexadas en la Web of Science (WoS) reportan el uso de variadas formas de evaluación con recursos multimedia (6), telemedicina o telesimulación (7-8), aula invertida (9) y exámenes en línea a libro abierto (10), entre otras. Sin embargo, en la indagación científica son más las revisiones sistemáticas en estudios generales de educación que las relacionadas con la educación médica. En este sentido, son escasas las revisiones sistemáticas que determinan las tendencias en la evaluación en la educación médica en contextos virtuales. Los autores del presente estudio identificaron tres revisiones relacionadas con el tema en cuestión (11-13). En la primera revisión, se realiza un resumen de los métodos de evaluación en educación médica para medir la eficacia del aprendizaje electrónico, pero las investigaciones se limitan hasta el 2017. La segunda examina los métodos de evaluación del aprendizaje electrónico para medir la efectividad de la educación en línea y se discuten aspectos del contenido de los programas; sin embargo, la información sobre las formas de evaluación utilizadas es limitada. La última analiza las actividades virtuales de educación en salud global, pero los detalles sobre las actividades evaluativas no se describen. Por lo tanto, mediante la presente revisión sistemática se pretende determinar las tendencias en la evaluación en la educación médica en contextos virtuales.

2. Métodos

Se empleó el protocolo PRISMA (14) mediante un diseño de tres fases.

Fase 1. Extracción de la información científica proveniente de la WoS Core Collection. Se formularon las preguntas de investigación, criterios de inclusión y exclusión y estrategia de búsqueda.

2.1. Preguntas de investigación

Pregunta 1: ¿Qué tipos de evaluación (diagnóstica, formativa y sumativa) predominan en la literatura científica?

Pregunta 2: ¿Cuáles son los recursos educativos, metodologías de aprendizaje y tecnologías utilizadas en la evaluación en la educación médica en contextos virtuales?

Pregunta 3: ¿Cómo se ha realizado la evaluación en la educación médica en contextos virtuales?

2.2 Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron las publicaciones sobre la evaluación en educación médica en contextos virtuales; en idioma inglés o español; indexadas en la WoS, de acceso libre y texto completo. Se excluyeron los estudios implementados con evaluaciones presenciales; investigaciones con poco alcance experimental o teóricas (tutoriales, actas de conferencias, comentarios, de opinión, notas editoriales, cartas al editor, ensayos, metaanálisis, revisiones sistemáticas y narrativas); estudios que no argumentan sus resultados o no relacionados con educación médica.

2.3 Estrategia de búsqueda

Se emplearon combinaciones entre los operadores lógicos AND/OR. Las palabras clave en inglés fueron assessment virtual, evaluation virtual, evaluation online, elearning, medical education, medical science. Y en español, evaluación virtual, evaluación en línea, aprendizaje virtual, educación médica, ciencias médicas. Se usó el siguiente texto, en la categoría Education & Educational Research y el descriptor MESH Education:

TITLE (assessment virtual OR evaluation virtual OR evaluation online OR elearning OR evaluación virtual OR evaluación en línea OR aprendizaje virtual) AND ABSTRACT (medical education OR medical science OR educación médica OR ciencias médicas).

Fase 2. Clasificación, síntesis y agrupación de los datos de la información científica.

El procedimiento de clasificación se inició con el análisis del título, resumen y las palabras clave en respuesta al objetivo. Para reducir el sesgo, este análisis fue desarrollado por tres investigadores (autores de la investigación) para en caso de divergencias, contar con el criterio de un tercero. El análisis en profundidad de los contenidos relevantes fue almacenado en una matriz de datos según lo establecido para la síntesis y agrupamiento (15). Entre la información almacenada se destacó el tipo de evaluación, autores, fecha de publicación, medios de evaluación, recursos educativos, metodologías de aprendizaje y tecnologías.

Fase 3. Análisis de la validez de los datos.

Se elaboró un formulario según la técnica de palabras clave keywording (16) y los criterios establecidos por el Instituto de Joanna Briggs (15) para disminuir la amenaza de la validez interna y de conclusión. En cuanto a la validez externa, se descartaron aquellos artículos pocos descriptivos y que no validaron o argumentaron sus resultados. Se utilizó la herramienta VoSViewer para representar redes de palabras clave de autor.

3. Resultados

El análisis realizado en esta investigación se sustenta sobre una metodología cualitativa. En la implementación de la estrategia de búsqueda se seleccionaron 46 estudios (figura 1), todos en idioma inglés y el 72,3% corresponde a los últimos tres años.

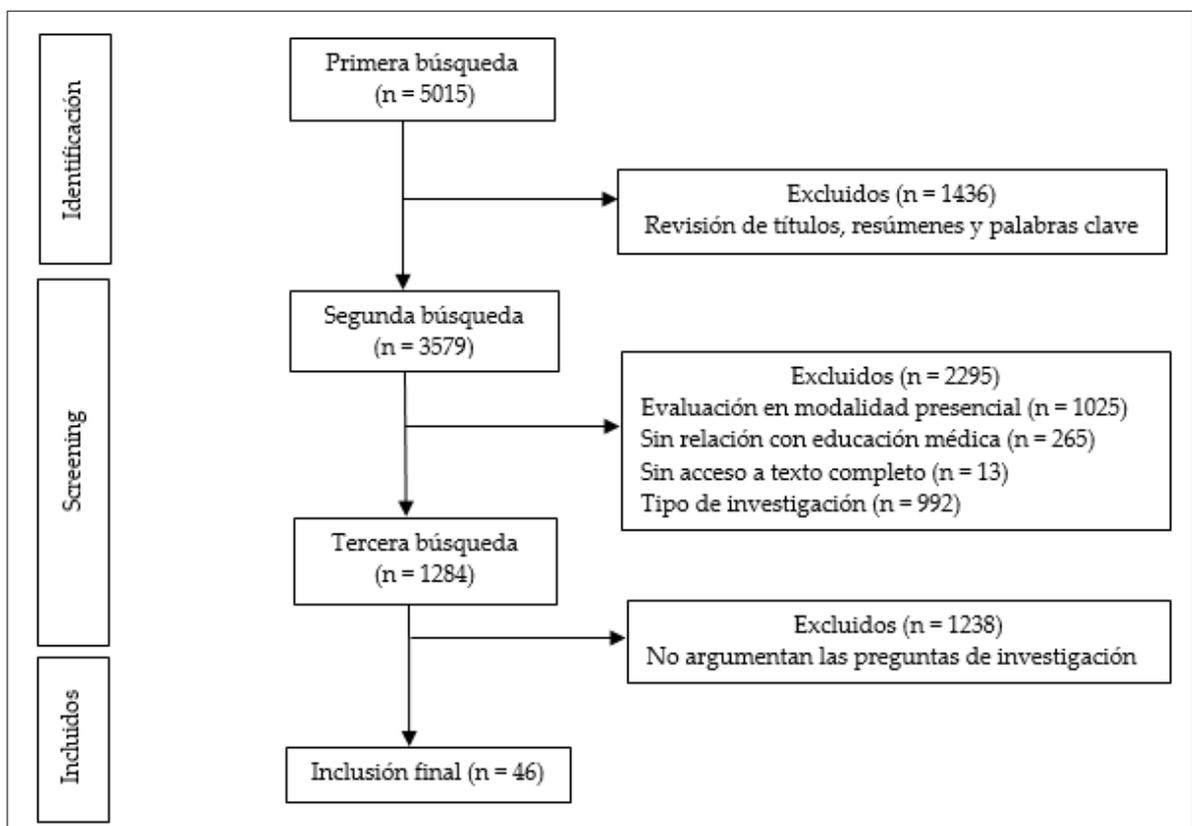


Figura 1. Síntesis del proceso de búsqueda y revisión

La herramienta VoSViewer permitió la visualización de la red de palabras clave (figura 2). Los círculos más grandes indican mayor frecuencia en el conjunto de datos. La zona amarilla y verde son los términos más abordados y la zona azul los menos abordados en los artículos. En el análisis de las palabras clave de autor se identificaron 146, y de ellas, solo 16 presentaron una fuerte correlación entre ellas, centrándose en los siguientes clústeres:

- Clúster 1. *Active learning; collaborative learning, medical education; medical students; radiology.*

- Clúster 2. *Augmented reality; flipped classroom; gross anatomy education; undergraduate education; virtual reality.*
- Clúster 3. *Anatomy; covid-19; remote learning; students.*
- Clúster 4. *E-learning; physiotherapy.*

Se destacó, en los estudios seleccionados, la correlación entre las palabras “*E-learning*”, “*COVID-19*” y “*Medical Education*” en los estudios seleccionados. Las áreas de la medicina más estudiadas fueron anatomía, radiología, neurocirugía y fisioterapia con el uso de tecnologías de realidad virtual y aumentada.

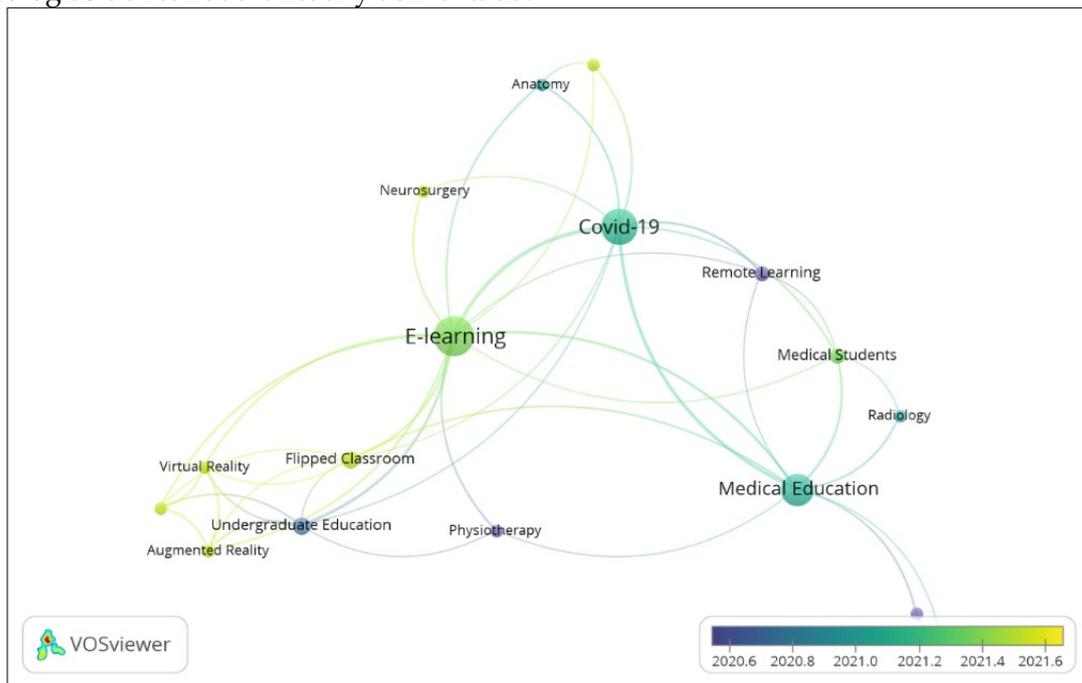


Figura 2. Visualización de red de las palabras clave seleccionadas.

En relación con la pregunta 1, se observó un predominio de evaluaciones formativas y la combinación de formativa-sumativa (figura 3). La evaluación diagnóstica se aplicó poco, pues en varios estudios ya se conocía el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre una materia y en otros, se utilizó para comparar el impacto de una intervención educativa antes y después de su implementación. La tabla 1 muestra los recursos educativos, metodologías de aprendizaje y tecnologías utilizadas en los estudios analizados en respuesta a la pregunta 2.

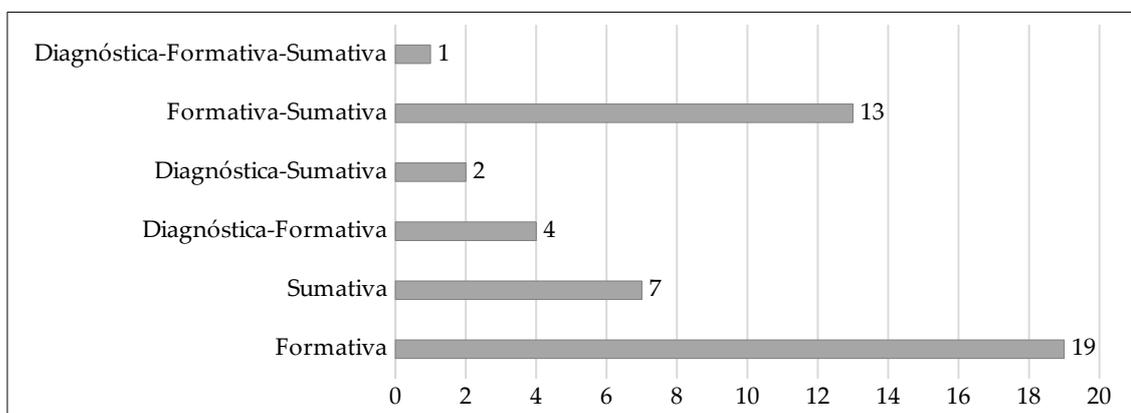


Figura 3. Tipos de evaluaciones presentes en los estudios seleccionados

Tabla 1. Relación de los 46 estudios revisados

Referencia número	Recursos educativos	Metodologías de aprendizaje	Tecnologías
17	Debate	Aprendizaje basado en casos Simulación Aprendizaje entre pares	Blackboard Collaborate Microsoft Teams
18	Preguntas de selección múltiple	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje basado en casos Simulación	Website
19	Análisis de casos Preguntas de selección múltiple	Aprendizaje colaborativo Aprendizaje basado en problemas Aprendizaje basado en casos	Viber Zoom Google form
20	Simulación	Simulación Aprendizaje experimental Simulación	Zoom
21	Preguntas de selección múltiple Seminarios web	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje basado en problemas	Zoom Qualtrics
22	Debate Seminarios web	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje basado en problemas	Zoom
23	Debate Tareas	Aprendizaje basado en tareas	Google form Google classrooms
24	Preguntas de selección múltiple y breve ensayo	Aprendizaje entre pares Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje colaborativo Aprendizaje basado en tareas	Zoom Moodle
25	Tareas	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje invertido Aprendizaje colaborativo Aprendizaje basado en tareas	Zoom Weebly
26	Preguntas de selección múltiple, emparejamiento y respuesta corta	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje entre pares Aprendizaje invertido	Canvas

	Simulación con realidad virtual y aumentada	Aprendizaje colaborativo Simulación	
6	Debate Meme, mapa conceptual o diagrama	Aprendizaje motivacional Aprendizaje entre pares Aprendizaje basado en casos	SOLE Facebook
27	Preguntas de selección múltiple Simulación Seminarios web	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje basado en problemas Simulación	Navid-LAMS WhatsApp Adobe Connect
7	Telesimulación	Simulación	Skype
9	Preguntas de selección múltiple	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje invertido Aprendizaje colaborativo	OPENPediatrics
28	Análisis de casos	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje colaborativo	Picture Archiving and Communication System
29	Debate Tareas	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje basado en tareas Aprendizaje basado en juegos	Google Meet Moodle
30	Preguntas de selección múltiple Lecciones	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje colaborativo	Pharm-Ed Articulate Storyline YouTube LearnDash
8	Debate Rotaciones virtuales Telemedicina	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje colaborativo	Videoconferencia
31	Debate Videos Preguntas de selección múltiple	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje colaborativo	Blackboard Zoom Microsoft Teams
32	Debate Rotaciones virtuales	Aprendizaje invertido Aprendizaje basado en casos Aprendizaje colaborativo Simulación	Google form Zoom Website
33	Debate Instrumentos de cirugía	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje basado en juegos	Zoom

	Preguntas de selección múltiple		
34	Debate Rotaciones virtuales	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje invertido	Zoom
35	Videos	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje con recursos multimedia	AMBOSS
36	Debate Preguntas de selección múltiple	Aprendizaje basado en casos	Open edX YouTube Zoom Blackboard Proscia Concentriq
10	Análisis de casos	Aprendizaje experimental Aprendizaje basado en casos	Online test
37	Simulación en espacios tridimensionales	Simulación Aprendizaje colaborativo	HoloLens
38	Debate Podcasts Tareas Rotaciones virtuales	Aprendizaje basado en juegos Aprendizaje basado en casos Aprendizaje colaborativo Aprendizaje basado en tareas	Online MedEd CaseX Microsoft Teams Sublux Radiology App Night in the ER App
39	Debate Preguntas con respuestas de desarrollo	Aprendizaje basado en casos Simulación	Canvas Zoom
40	Debate Preguntas con respuestas de desarrollo Imágenes	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje con recursos multimedia	Google form Zoom
41	Debate Seminarios web	Aprendizaje activo Aprendizaje colaborativo Aprendizaje basado en problemas	Zoom
42	Debate Redes sociales	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje colaborativo	Zoom Lt/ADInstruments Mentimeter YouTube Facebook

			Instagram
43	Preguntas de opción única y breve ensayo Videos	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje invertido Aprendizaje basado en casos Aprendizaje basado en tareas	Tencent Classroom WeChat
44	Debate Lecciones	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje invertido	LMS SATT
45	Debate Infografía y artículos científicos Videos Preguntas con respuestas de desarrollo	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje motivacional	Zoom Mentimeter Lt Platform Socrative YouTube Facebook Lucidchart
46	Preguntas con respuestas de desarrollo	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje experimental	Turnitin Blackboard Learn
47	Debate Videos Evaluación 360° Preguntas de selección múltiple	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje colaborativo	YouTube SimMon
48	Debate	Aprendizaje basado en casos	Facebook Zoom
49	Preguntas de selección múltiple	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje basado en problemas	CaseViewer Aperio ImageScope QuPath Zoom Moodle
50	Debate	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje entre pares Aprendizaje invertido Aprendizaje colaborativo Aprendizaje basado en tareas	Zoom PathPresenter Canvas Microsoft Teams
51	Debate	Aprendizaje basado en tareas	Canvas

	Rotaciones virtuales Telemedicina	Aprendizaje basado en casos	Zoom Epic Systems VidyoConnect WebEx
52	Preguntas de selección múltiple, listas despegables, etiquetas de arrastrar y soltar	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje basado en casos	Smart Sparrow Questionmark Perception
53	Debate Talleres remotos Estudios de casos Tareas	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje basado en tareas Aprendizaje entre pares Aprendizaje colaborativo	Zoom Pacsbins Nearpod Google form Blackboard Microsoft Teams Website
54	Preguntas de selección múltiple Informes de casos	Aprendizaje basado en casos Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje basado en tareas	Articulate Storyline Google Cloud Adobe Activate
55	Videos Preguntas de selección múltiple y respuesta corta	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje basado en tareas	SmartSparrow Blackboard
56	Preguntas de selección múltiple Imágenes	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje basado en juegos	Kahoot Aiforia Moodle
57	Preguntas de selección múltiple y respuesta corta Resolución de problemas	Aprendizaje con recursos multimedia Aprendizaje basado en problemas Aprendizaje basado en casos	Moodle Articulate Story Line

4. Discusión

En los estudios seleccionados, el predominio de evaluaciones formativas es superior a las evaluaciones sumativas. Este resultado es contradictorio a una revisión sistemática similar en el que predominan las evaluaciones sumativas (11). Es válido destacar que en los últimos años la evaluación formativa se presenta como una herramienta más efectiva para impulsar la motivación del estudiante en contextos virtuales, lo que brinda la oportunidad de ajustar el aprendizaje sin esperar al final del proceso. Sin embargo, otros autores proponen que la combinación de ambas permite que los estudiantes obtengan una visión integral de su desempeño mediante retroalimentación continua y personalizada mientras también se les asignan calificaciones finales basadas en una evaluación sumativa (58). Si bien los estudios analizados que realizaron un tipo de evaluación cumplieron con el objetivo propuesto, cabe señalar que aquellos en el cual se combinaron formativa - sumativa se obtuvieron análisis más detallados tanto cualitativos como cuantitativos.

La evaluación desde el contexto virtual requiere explorar enfoques innovadores para medir el aprendizaje de los estudiantes y no replicar métodos tradicionales evaluativos. El docente cambia su rol como tutor y desarrolla estrategias que permiten evaluar las habilidades prácticas que debe tener el estudiante utilizando recursos educativos, metodologías de aprendizaje y tecnologías. En ese sentido, la tabla 1 muestra un predominio en el uso del debate, preguntas de selección múltiple y tareas como recursos educativos, así como el aprendizaje basado en casos y aprendizaje colaborativo como metodologías. Se observa un uso significativo de plataformas educativas y videoconferencia, especialmente Zoom, como tecnologías.

Además, las acciones por los profesores en su rol como tutores de práctica se reflejaron con el uso de plataformas de simulación clínica virtual en escenarios de pacientes virtuales, videos donde los estudiantes grababan sus habilidades clínicas en acción, como la realización de un examen físico o la comunicación con un paciente. Otro aspecto relevante estuvo en la realización de entrevistas clínicas virtuales a través de la telemedicina con pacientes reales o simulados para demostrar sus habilidades de comunicación, diseño de historias clínicas que permitieron evaluar el desempeño práctico del estudiante. Estas acciones del profesor-tutor se enriquecieron con la retroalimentación oportuna y necesaria a los estudiantes sobre su desempeño clínico, destacando la capacidad de razonamiento en el análisis de casos de estudio, interpretación de resultados de laboratorio e imágenes médicas con el uso de sistemas de inteligencia artificial. Todo lo anterior transformó los medios de enseñanza, procedimientos y evaluaciones tradicionales en modalidad presencial y posibilitaron una enseñanza más interactiva, eficiente y motivante para el estudiante, que los prepara para desempeñarse en un entorno profesional cada vez más tecnológico (8, 17, 32, 38, 52).

Ahora bien, con la creciente adopción de la educación en línea surge la importancia de comprender cómo se ha realizado la evaluación en la educación médica en contextos virtuales y para ello, se responde a la pregunta 3 identificando como tendencias:

- Evaluación basada en simulaciones. Permite practicar el conocimiento y cometer errores hasta alcanzar las habilidades y destrezas deseadas. Se basa en escenarios para evaluar la toma de decisiones, resolución de problemas complejos y retroalimentación de los resultados (7,17). Si bien el aprendizaje virtual no puede reemplazar la experiencia que se adquiere con la práctica clínica con el paciente, las simulaciones virtuales y basadas en inteligencia artificial ofrecen una mejora significativa con respecto a las simulaciones convencionales al proporcionar retroalimentación personalizada y corregir los errores de los estudiantes de manera oportuna para desarrollar la evaluación práctica. Se utilizaron pacientes simulados, talleres de simulación en línea, telesimulación, rotaciones y clínicas virtuales, simulación en espacio tridimensional, de realidad virtual y realidad aumentada.
- Evaluación con recursos multimedia. Estimula la participación, creatividad, interactividad y pensamiento crítico en los estudiantes. La utilización de videos y presentaciones interactivas permitieron a los estudiantes aprender sobre temas médicos complejos y responder preguntas evaluativas después de observar e interactuar con estos recursos. A su vez, se promovió en los estudiantes la creación de sus propios contenidos multimedia como forma de evaluación, simulando situaciones clínicas y procedimientos médicos para un aprendizaje significativo (55). Se utilizaron videos, imágenes, animaciones, infografías, memes, mapas conceptuales, diagramas, presentaciones y podcast.
- Evaluación con exámenes en línea. Evalúa los niveles del conocimiento desde la comprensión hasta la creación o aplicación. Las preguntas se diseñan en respuesta a los objetivos de aprendizaje. Se requiere de programas que garanticen la seguridad e integridad ante plagios en los exámenes a libro abierto (46). Fueron realizados varios exámenes con preguntas de producción abierta, respuesta cerrada o ambas, aunque hubo mayor predominio en el diseño cuestionarios con preguntas de elección múltiple y respuesta corta.
- Evaluación a través del juego. Fomenta la creatividad en el aprendizaje. Es importante integrar los objetivos de aprendizaje con la dinámica de juego, establecer las reglas, los criterios de evaluación y la retroalimentación del desempeño logrado. Se logra la motivación y mejores resultados académicos (56).
- Evaluación mediante videoconferencia. Evalúa la expresión oral mediante el debate de casos para preparar al estudiantado en el uso de servicios de telesalud (8). Se utilizan en evaluaciones prácticas de telemedicina y los estudiantes desde sus casas utilizan kits de laboratorio para presentar sus resultados (33).
- Evaluación mediante plataformas educativas. Permite el diseño de cursos en línea con evaluaciones individuales, colaborativas y por pares, así como la adaptación de estas a distintos niveles de complejidad. Permite el diseño de variedad de instrumentos para evaluar el seguimiento en el progreso de los estudiantes.
- Evaluación mediante realidad virtual y aumentada. Permite recrear entornos médicos interactivos para contribuir con las simulaciones médicas realistas en

evaluaciones prácticas. Se destacan los estudios de anatomía con el desarrollo de escenarios de evaluación con tecnologías de visualización tridimensional que exploran el cuerpo humano en detalle para la práctica de procedimientos médicos en tiempo real (26,37). Lo anterior permitió el desarrollo de la docencia inmersiva involucrando al estudiante dentro del ámbito realista para garantizar el aprendizaje eficiente.

- Evaluación mediante sistemas de inteligencia artificial. Permite la integridad académica al incorporar algoritmos que analizan las respuestas de los estudiantes en los trabajos de investigación y detectan posibles plagios (46). Garantiza el análisis de datos clínicos como es el caso de la radiología al incorporar un sistema de inteligencia artificial (28). Lo anterior permitió desarrollar habilidades de práctica clínica, resolución de problemas y toma de decisiones, pero con contenido educativo personalizado, evaluación automatizada y retroalimentación autoinstruida. De esta manera, se identifican los errores cometidos por los estudiantes y se corrige a tiempo, lo que resulta una mejor atención al paciente y eficiencia del radiólogo.
- Evaluación mediante el aprendizaje invertido. Facilita la comprensión y retención de contenidos complejos (26). Permite mejorar la preparación de los estudiantes antes de ser examinados. Incrementa las habilidades de pensamiento crítico y creatividad. Se utilizan técnicas de moderación para asegurar la participación equitativa (32).

La pandemia de la COVID-19 obligó a las instituciones o universidades médicas a adaptarse rápidamente a entornos virtuales. Si bien esta transición ha sido un desafío, también brindó oportunidades para explorar otras formas de evaluación. Por un lado, la virtualidad amplió la flexibilidad en los horarios de evaluación, lo que resulta beneficioso para los estudiantes que enfrentan dificultades para desplazarse físicamente a los centros de estudio. Sin embargo, se presenta el desafío de cómo evitar las trampas académicas o evaluaciones de la práctica clínica para garantizar la interacción estudiante – paciente. Es fundamental que las instituciones médicas educativas implementen medidas para garantizar la integridad académica y la equidad en las evaluaciones virtuales. Este posicionamiento refleja una visión equilibrada sobre el impacto hacia la virtualidad en la evaluación, destacando tanto los beneficios como los desafíos que conlleva esta transición. Los autores sugieren que, si se abordan adecuadamente los retos, la formación y evaluación posterior podrían resultar enriquecedoras para los estudiantes.

5. Conclusiones

- En los hallazgos de esta investigación se observa como tendencia para evaluar al estudiante el uso de recursos multimedia, exámenes en línea, a través del juego, mediante videoconferencias, plataformas educativas y aprendizaje invertido en contextos virtuales. Sin embargo, se destaca que la evaluación basada en simulaciones, inteligencia artificial, realidad virtual y aumentada, son las tendencias más acentuadas en la educación médica.
- Las evaluaciones en educación médica requieren del uso de tecnologías emergentes (telesimulación, telemedicina, inteligencia artificial, clínicas virtuales, realidad

virtual y aumentada), interdisciplinariedad, competencias clínicas y actualización constante para contribuir a una formación médica más adaptada a las necesidades de la sociedad actual.

- El predominio de evaluaciones formativas mejoró el proceso de aprendizaje y la motivación de los estudiantes. Este tipo de evaluación debe ser adaptable al plan de estudio, con participación activa, seguimiento del progreso y retroalimentación inmediata y oportuna. Aunque, es válido destacar que la combinación de evaluaciones formativa - sumativa presentó un enfoque más completo en el proceso de evaluación.
- Esta investigación enriquece la práctica educativa orientando a los docentes acerca de qué recursos educativos, metodologías de aprendizaje y tecnologías pueden utilizar para garantizar una evaluación efectiva en entornos virtuales que, si bien se centra en la educación médica, es aplicada a otros ámbitos educativos.
- Esta revisión sistemática tiene como limitaciones la posibilidad de sesgos en la interpretación de los resultados al incluir solo estudios en la educación médica, en idioma español e inglés de la Web of Science. Será necesario explorar estudios en ciencias de la salud, en otros idiomas y bases de datos para comparar los resultados de la literatura científica.

Financiación: No ha habido financiación.

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

Contribuciones de los autores: Miguel Alejandro Fernández Alemán: conceptualización de la idea, metodología, validación de los datos, curación de los datos, escritura y preparación de las etapas de diseño de la investigación, revisión y edición final del documento. Odiel Estrada Molina: metodología, escritura, revisión y edición final documento. Denise Alvarez Sam: validación de los datos, escritura y preparación de las etapas de diseño de la investigación.

Referencias

1. Cabero-Almenara J, Palacios-Rodríguez A. La evaluación de la educación virtual: las e-actividades. RIED Rev Iberoam Educ a Distancia. 2021;24(2):169. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.28994>
2. Heil J, Ifenthaler D. Online Assessment in Higher Education: A Systematic Review. Online Learn. 2023;27(1):187–218. <https://doi.org/10.24059/olj.v27i1.3398>
3. Montenegro-Rueda M, Luque de la Rosa A, Sarasola Sánchez-Serrano JL, Fernández-Cerero J. Assessment in Higher Education during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review. Sustainability. 2021;13(19):10509. <https://doi.org/10.3390/SU131910509>
4. Karimian Z, Farrokhi MR, Moghadami M, Zarifsanaiy N, Mehrabi M, Khojasteh L, et al. Medical education and COVID-19 pandemic: a crisis management model towards an evolutionary pathway. Educ Inf Technol. 2022;27:3299–3320. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10697-8>
5. Capitán L. Innovaciones en Educación Médica. Un enfoque integral. Innova medica. 2023; 2: 23–27. <https://dx.doi.org/10.12795/innovamedica.2023.i02.01>
6. Subbiramaniyan V, Apte C, Mohammed CA. A meme-based approach for enhancing student engagement and learning in renal physiology. Adv Physiol Educ. 2022;46(1):27–29. <https://doi.org/10.1152/advan.00092.2021>
7. Bilgic E, Okrainec A, Valanci S, Di Palma A, Fecso A, Kaneva P, et al. Development of a simulation curriculum to teach and assess advanced laparoscopic suturing skills using telesimulation: a feasibility study. Surg Endosc. 2022;36:5483–5490. <https://doi.org/10.1007/s00464-021-08880-6>
8. Kolikonda MK, Blaginykh E, Brown P, Kovi S, Zhang LQ, Uchino K. Virtual Rounding in Stroke Care and Neurology Education During the COVID-19 Pandemic - A Residency Program Survey. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2022;31(1):106177. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.106177>

9. Rusingiza E, Alizadeh F, Wolbrink T, Mutamba B, Vinci S, Profita EL, et al. An e-learning pediatric cardiology curriculum for Pediatric Postgraduate trainees in Rwanda: implementation and evaluation. *BMC Med Educ.* 2022;22(179). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03222-z>
10. Sarkar S, Mishra P, Nayak A. Online open-book examination of undergraduate medical students – a pilot study of a novel assessment method used during the coronavirus disease 2019 pandemic. *J Laryngol Otol.* 2021;135(4):288–292. <https://doi.org/10.1017/S0022215121000141>
11. Barteit S, Guzek D, Jahn A, Bärnighausen T, Jorge MM, Neuhann F. Evaluation of e-learning for medical education in low- and middle-income countries: A systematic review. *Comput Educ.* 2020;145:103726. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103726>
12. Tudor Car L, Kyaw Myint B, Nannan Panday RS, van der Kleij R, Chavannes N, Majeed A, et al. Digital Health Training Programs for Medical Students: Scoping Review. *JMIR Med Educ.* 2021;7(3):e28275. <https://doi.org/10.2196/28275>
13. Umphrey L, Lenhard N, Lam SK, Hayward NE, Hecht S, Agrawal P, et al. Virtual global health in graduate medical education: a systematic review. *Int J Med Educ.* 2022;13:230–248. <https://doi.org/10.5116/ijme.62eb.94fa>
14. Urrútia G, Bonfill X. Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Med Clin (Barc).* 2010;135(11):507–511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
15. Lockwood C, Munn Z, Porritt K. Qualitative research synthesis. *Int J Evid Based Healthc.* 2015;13(3):179–187. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000062>
16. Odun-Ayo I, Goddy-Worlu R, Yahaya J, Geteloma V. A systematic mapping study of cloud policy languages and programming models. *J King Saud Univ - Comput Inf Sci.* 2021;33(7):761–768. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2019.05.003>
17. Duffy B, Tully R, Stanton A V. An online case-based teaching and assessment program on clinical history-taking skills and reasoning using simulated patients in response to the COVID-19 pandemic. *BMC Med Educ.* 2023;23(4). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03950-2>
18. Liu C, Chan M, Beard V, Mathura P, Dytoc M. Beyond Skin Deep: case-based online modules to teach multidisciplinary care in dermatology among clerkship students. *BMC Med Educ.* 2023;23(90). <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04072-z>
19. Subedi N, Hirachan N, Paudel S, Shrestha B, Pradhan A, Subedee A, et al. The effectiveness of online team-based learning in introduction to medical ethics education for medical students at a medical college of Nepal: a pilot study. *BMC Med Educ.* 2022;22(766). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03813-w>
20. Prasad N, Fernando S, Willey S, Davey K, Hocking J, Malhotra A, et al. Evaluation of online interprofessional simulation workshops for obstetric and neonatal emergencies. *Int J Med Educ.* 2022;13:287–304. <https://doi.org/10.5116/ijme.6342.9214>
21. Altinmakas E, Dogru OF, Yucel U, Ayas G, Balcı AS, Duran M, et al. Knowing the ABCs: teaching the principles of radiology to medical students in Turkey. *BMC Med Educ.* 2022;22(857). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03885-8>
22. Kennedy M, Loftus M, Lafferty T, Hilliard C, Reaper-Reynolds S, O'Donnell C. Reimagining a children's palliative care educational programme for registered nurses in response to the COVID-19 pandemic. *Nurse Educ Today.* 2022;119:105569. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105569>
23. Salman A, Qureshi AS, Umar Z, Riaz M, Usman M, Zulfiqar S, et al. Effects of COVID-19 pandemic on anatomy education of medical and dental students of Pakistan; a reality check. *Surg Radiol Anat.* 2022;44(11):1495–1500. <https://doi.org/10.1007/s00276-022-03034-2>
24. Boulos AN. Evaluation of the effectiveness of online education in anatomy for medical students during the COVID-19 pandemic. *Ann Anat - Anat Anzeiger.* 2022;244:151973. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2022.151973>
25. Hoffman SE, Vega RA, Stippler M. Teaching through the screen: a toolbox for creating a virtual neurosurgical subinternship program. *Neurosurg Focus.* 2022;53(2):E7. <https://doi.org/10.3171/2022.5.FOCUS22171>
26. Xiao J, Adnan S. Flipped anatomy classroom integrating multimodal digital resources shows positive influence upon students' experience and learning performance. *Anat Sci Educ.* 2022;15(6):1086–1102. <https://doi.org/10.1002/ase.2207>

27. Ganji J, Shirvani MA, Motahari-Tabari N, Tayebi T. Design, implementation and evaluation of a virtual clinical training protocol for midwifery internship in a gynecology course during COVID-19 pandemic: A semi-experimental study. *Nurse Educ Today*. 2022;111:105293. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105293>
28. Spear LG, Dimperio JA, Wang SS, Do HM, Folio LR. Rethinking Clinical Trial Radiology Workflows and Student Training: Integrated Virtual Student Shadowing Experience, Education, and Evaluation. *J Digit Imaging*. 2022;35(3):723–731. <https://doi.org/10.1007/s10278-022-00605-y>
29. Marchesan Rodrigues MA, Zornoff D, Kobayasi R. Remote Pathology teaching under the COVID-19 pandemic: Medical students' perceptions. *Ann Diagn Pathol*. 2022;56:151875. <https://doi.org/10.1016/j.anndiagpath.2021.151875>
30. Grünigen S von, Dessane B, Le Pape P, Falaschi L, Geissbühler A, Bonnabry P. Development and Evaluation of an e-Learning Module for Low- and Middle-Income Countries on the Safe Handling of Chemotherapy Drugs. *J Cancer Educ*. 2023;38:285–291. <https://doi.org/10.1007/s13187-021-02113-z>
31. Memon I, Feroz Z, Alkushi A, Qamar N, Ismail F. Switching from face-to-face to an online teaching strategy: how anatomy and physiology teaching transformed post-COVID-19 for a university preprofessional program. *Adv Physiol Educ*. 2021;45(3):481–485. <https://doi.org/10.1152/advan.00233.2020>
32. Kim TH, Kim JS, Yoon HI, Lee J, Lee JJB, Byun HK, et al. Medical student education through flipped learning and virtual rotations in radiation oncology during the COVID-19 pandemic: a cross sectional research. *Radiat Oncol*. 2021;16(204). <https://doi.org/10.1186/s13014-021-01927-x>
33. Pettitt-Schieber B, Kuo M, Steehler A, Dong A, Fakunle O, Manalo T, et al. Implementation and evaluation of eight virtual surgical electives for medical students during the COVID-19 pandemic. *Am J Surg*. 2021;222(2):248–253. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2021.01.032>
34. Huang LY, McKenty N, Alvarez A, Gober J, Irwin R, Molineras D, et al. Virtually Possible: Medical Student Rehabilitation Rotations During a Pandemic. *Am J Phys Med Rehabil*. 2021;100(9):831–836. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001831>
35. Olmes GL, Zimmermann JSM, Stotz L, Takacs FZ, Hamza A, Radosa MP, et al. Students' attitudes toward digital learning during the COVID-19 pandemic: a survey conducted following an online course in gynecology and obstetrics. *Arch Gynecol Obstet*. 2021;304(4):957–963. <https://doi.org/10.1007/s00404-021-06131-6>
36. White MJ, Birkness JE, Salimian KJ, Meiss AE, Butcher M, Davis K, et al. Continuing Undergraduate Pathology Medical Education in the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Global Pandemic: The Johns Hopkins Virtual Surgical Pathology Clinical Elective. *Arch Pathol Lab Med*. 2021;145(7):814–820. <https://doi.org/10.5858/arpa.2020-0652-SA>
37. Bogomolova K, Sam AH, Misky AT, Gupte CM, Strutton PH, Hurkxkens TJ, et al. Development of a Virtual Three-Dimensional Assessment Scenario for Anatomical Education. *Anat Sci Educ*. 2021;14(3):385–393. <https://doi.org/10.1002/ase.2055>
38. Redinger K, Greene J. Virtual Emergency Medicine Clerkship Curriculum during the COVID-19 Pandemic: Development, Application, and Outcomes. *West J Emerg Med*. 2021;22(3). <https://doi.org/10.5811/westjem.2021.2.48430>
39. Jones SE, Campbell PK, Kimp AJ, Bennell K, Foster NE, Russell T, et al. Evaluation of a Novel e-Learning Program for Physiotherapists to Manage Knee Osteoarthritis via Telehealth: Qualitative Study Nested in the PEAK (Physiotherapy Exercise and Physical Activity for Knee Osteoarthritis) Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*. 2021;23(4):e25872. <https://doi.org/10.2196/25872>
40. Sadeesh T, Prabavathy G, Ganapathy A. Evaluation of undergraduate medical students' preference to human anatomy practical assessment methodology: a comparison between online and traditional methods. *Surg Radiol Anat*. 2021;43(4):531–535. <https://doi.org/10.1007/s00276-020-02637-x>
41. Al-Ahmari AN, Ajlan AM, Bajunaid K, Alotaibi NM, Al-Habib H, Sabbagh AJ, et al. Perception of Neurosurgery Residents and Attendings on Online Webinars During COVID-19 Pandemic and Implications on Future Education. *World Neurosurg*. 2021;146:e811–e816. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.11.015>
42. Alves N, Carrazoni GS, Soares CB, da Rosa AC de S, Soares NM, Mello-Carpes PB. Relating human physiology content to COVID-19: a strategy to keep students in touch with physiology in times of social distance due to pandemic. *Adv Physiol Educ*. 2021;45(1):129–133. <https://doi.org/10.1152/advan.00214.2020>

43. He M, Tang X, Zhang H, Luo Y, Tang Z, Gao S. Remote clinical training practice in the neurology internship during the COVID-19 pandemic. *Med Educ Online*. 2021;26(1). <https://doi.org/10.1080/10872981.2021.1899642>
44. Ito A, Watanabe K, Fukuzawa Y, Mitani K, Fujimoto S, Matsuda T, et al. Development of Kampo (traditional Japanese medicine) e-learning program: evaluation of the flipped classroom for medical students. *Med Educ Online*. 2021;26(1). <https://doi.org/10.1080/10872981.2021.1938504>
45. Ramires Lima K, Souto das Neves B-H, Cadore Ramires C, dos Santos Soares M, Ávila Martini V, Freitas Lopes L, et al. Student assessment of online tools to foster engagement during the COVID-19 quarantine. *Adv Physiol Educ*. 2020;44(4):679–683. <https://doi.org/10.1152/advan.00131.2020>
46. Ng CKC. Evaluation of academic integrity of online open book assessments implemented in an undergraduate medical radiation science course during COVID-19 pandemic. *J Med Imaging Radiat Sci*. 2020;51(4):610–616. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2020.09.009>
47. Petrica A, Lungeanu D, Ciuta A, Marza AM, Botea M-O, Mederle OA. Using 360-degree video for teaching emergency medicine during and beyond the COVID-19 pandemic. *Ann Med*. 2021;53(1):1520–1530. <https://doi.org/10.1080/07853890.2021.1970219>
48. Chandrasinghe PC, Siriwardana RC, Kumarage SK, Munasinghe BNL, Weerasuriya A, Tillakaratne S, et al. A novel structure for online surgical undergraduate teaching during the COVID-19 pandemic. *BMC Med Educ*. 2020;20(324). <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02236-9>
49. Samuelli B, Srór N, Jotkowitz A, Taragin B. Remote pathology education during the COVID-19 era: Crisis converted to opportunity. *Ann Diagn Pathol*. 2020;49:151612. <https://doi.org/10.1016/j.anndiagpath.2020.151612>
50. Parker EU, Chang O, Koch L. Remote Anatomic Pathology Medical Student Education in Washington State: An Early COVID-19 Experience. *Am J Clin Pathol*. 2020;154(5):585–591. <https://dx.doi.org/10.1093/ajcp/aqaa154>
51. Sandhu N, Frank J, von Eyben R, Miller J, Obeid J-P, Kastelowitz N, et al. Virtual Radiation Oncology Clerkship During the COVID-19 Pandemic and Beyond. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2020;108(2):444–451. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2020.06.050>
52. Wade SWT, Moscova M, Tedla N, Moses DA, Young N, Kyaw M, et al. Adaptive tutorials versus web-based resources in radiology: a mixed methods analysis in junior doctors of efficacy and engagement. *BMC Med Educ*. 2020;20(303). <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02237-8>
53. Gomez E, Azadi J, Magid D. Innovation Born in Isolation: Rapid Transformation of an In-Person Medical Student Radiology Elective to a Remote Learning Experience During the COVID-19 Pandemic. *Acad Radiol*. 2020;27(9):1285–1290. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.06.001>
54. Major ME, Ramaekers SPJ, Engelbert RHH, Van der Schaaf M. Preparing undergraduate students for clinical work in a complex environment: evaluation of an e-learning module on physiotherapy in the intensive care unit. *BMC Med Educ*. 2020;20(130). <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02035-2>
55. 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(310). <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1745-1>
56. Felszeghy S, Pasonen-Seppänen S, Koskela A, Nieminen P, Härkönen K, Paldanius KMA, et al. Using online game-based platforms to improve student performance and engagement in histology teaching. *BMC Med Educ*. 2019;19(273). <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1701-0>
57. Moreira IC, Ramos I, Rua Ventura S, Pereira Rodrigues P. Learner's perception, knowledge and behaviour assessment within a breast imaging E-Learning course for radiographers. *Eur J Radiol*. 2019;111:47–55. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.12.006>
58. Mitra NK, Barua A. Effect of online formative assessment on summative performance in integrated musculoskeletal system module. *BMC Med Educ*. 2015;15(29). <https://doi.org/10.1186/s12909-015-0318-1>

