

Recursos tecnológicos para potenciar el aprendizaje en la asignatura Embriología Humana

Technological Resources to Enhance Learning in the Subject of Human Embryology

Mercy Doménica Durán Pincay^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-3335-641X>

Yelisa Estefanía Durán Pincay² <https://orcid.org/0000-0003-3944-6985>

Vicente Augusto Jaime Mora² <https://orcid.org/0000-0003-0723-4507>

Leonardo Xavier Borbor Sánchez³ <https://orcid.org/0009-0006-6115-6588>

¹Universidad San Gregorio de Portoviejo, Área de la salud, Carrera de Medicina. Portoviejo, Ecuador.

²Universidad Estatal del sur de Manabí, Facultad Ciencias de la Salud, Carrera de Laboratorio Clínico. Jipijapa, Ecuador.

³Hospital Israel Quintero Paredes. Paján, Ecuador.

*Autor para la correspondencia: mdduran@sangregorio.edu.ec

RESUMEN

Introducción: La enseñanza de Embriología Humana puede ser compleja, debido a la abstracción de los procesos y la necesidad de visualizar estructuras y etapas, que no son fácilmente observables en la práctica clínica diaria. La simulación clínica resulta una herramienta educativa avanzada, que puede mejorar significativamente la comprensión de los procesos de desarrollo embrionario y fetal, así como la identificación de anomalías y la aplicación de conocimientos en contextos clínicos. Se han utilizado varias modalidades para visualizar la embriología, desde simples dibujos estáticos hasta modelos 3D dinámicos interactivos.

Objetivo: Identificar los recursos tecnológicos para potenciar el aprendizaje en la asignatura Embriología Humana.

Métodos: Se planteó una búsqueda de material científico actualizado en bases de datos académicas como Medline (vía PubMed), Google académico y Web of Sciences, con un rango de tiempo desde enero de 2010 hasta junio de 2024, en idiomas español e inglés. Se utilizaron las palabras clave “enseñanza de Embriología”, “recursos tecnológicos de enseñanza de Embriología”.

Resultados: Se analizaron los principales conceptos, recursos y tecnologías, lo que permitió identificar la importancia y las limitaciones del aprendizaje en la asignatura Embriología Humana.

Conclusiones: Mediante el uso de herramientas interactivas y modelos 3D, los estudiantes pueden explorar el desarrollo embrionario de manera inmersiva y práctica. A pesar de los desafíos técnicos y de integración, los beneficios de una comprensión más profunda y la aplicación práctica del conocimiento hacen que el uso de recursos tecnológicos sea una herramienta valiosa en la educación en embriología.

Palabras clave: enseñanza de embriología humana; recursos tecnológicos; educación médica.

ABSTRACT

Introduction: Teaching Human Embryology can be complex due to the abstract nature of the processes and the need to visualize structures and stages that are not easily observable in daily clinical practice. Clinical simulation is an advanced educational tool that can significantly improve understanding of embryonic and fetal development processes, as well as the identification of anomalies and the application of knowledge in clinical contexts. Various modalities have been used to visualize embryology, from simple static drawings to interactive dynamic 3D models.

Objective: To identify technological resources to enhance learning in the subject of Human Embryology.

Methods: A search for up-to-date scientific material was conducted in academic databases such as Medline (via PubMed), Google Scholar, and Web of Sciences, covering the period from January 2010 to June 2024, in Spanish and English. The keywords “teaching of embryology” and “technological resources for teaching embryology” were used.

Results: The main concepts, resources, and technologies were analyzed, which allowed us to identify the importance and limitations of learning in the subject of Human Embryology.

Conclusions: Through the use of interactive tools and 3D models, students can explore embryonic development in an immersive and practical way. Despite technical and integration challenges, the benefits of a deeper understanding and practical application of knowledge make the use of technological resources a valuable tool in embryology education.

Keywords: human embryology teaching; technological resources; medical education.

Recibido: 05/05/2025

Aceptado: 30/06/2025

Introducción

La durabilidad del conocimiento básico de la ciencia médica de la escuela de medicina siempre ha sido un motivo de preocupación.⁽¹⁾ El desarrollo embrionario es un tema de estudio desafiante y fundamental en los planes de estudio de los estudiantes de ciencias de la salud.⁽²⁾ Esta requiere un conocimiento profundo de la anatomía tridimensional, pero se enseña principalmente con recursos bidimensionales.⁽³⁾ La Embriología como asignatura independiente dentro de los planes de estudio de las facultades de medicina siempre ha sido un desafío. En la actualidad suele estar entretejida dentro de múltiples módulos en planes de estudio basados en sistemas. Se han utilizado varias modalidades diferentes para visualizar la embriología, desde simples dibujos estáticos hasta modelos 3D dinámicos interactivos.⁽⁴⁾

Se requiere un gran esfuerzo para fomentar el interés de los estudiantes por la anatomía del desarrollo de embriología.⁽⁵⁾ Los estudios de colecciones históricas de embriones humanos han proporcionado información invaluable sobre las características anatómicas de los embriones en desarrollo;⁽⁶⁾ sin embargo, la tecnología digital se ha convertido en un componente esencial de la educación moderna, al facilitar la extensión de los límites temporales y espaciales, y enriquecer los contextos pedagógicos.⁽⁷⁾ La investigación en educación embriológica se ha centrado en demostrar las etapas dinámicas del desarrollo

embrionario, que se han ilustrado poderosamente mediante animaciones,⁽⁸⁾ realidad virtual (VR),⁽⁹⁾ impresión 3D (3DP), gráficos de computadora y el atlas 3D interactivo.⁽¹⁰⁾

Los estudiantes pueden experimentar desafíos con respecto a la carga cognitiva, ya que la asignatura de Embriología exige comprender los cambios en la orientación espacial 3D y la terminología. Una característica identificada como X en un momento puede convertirse en la estructura Y mientras cambia de nombre y/o se degenera por completo.⁽⁴⁾

En este contexto, el uso de recursos tecnológicos, como aplicaciones interactivas, simuladores 3D, realidad virtual (VR) y plataformas de aprendizaje en línea, surge como una alternativa prometedora para potenciar el aprendizaje.

A pesar de la disponibilidad de estas herramientas, su integración en la enseñanza de embriología no siempre es sistemática ni eficiente. Muchos estudiantes y docentes carecen de acceso, capacitación o conocimiento sobre qué recursos tecnológicos están disponibles y cuáles son más efectivos para enseñar los conceptos clave de Embriología. Esto puede llevar a una enseñanza fragmentada, que podrían facilitar la visualización y comprensión de procesos dinámicos como la gastrulación, neurulación y organogénesis. Por lo tanto, se hace necesario identificar los recursos tecnológicos para potenciar el aprendizaje en la asignatura de Embriología Humana, con el fin de optimizar los métodos de enseñanza y mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes de ciencias de la salud.

Métodos

Se realizó una búsqueda sistemática exhaustiva utilizando las bases de datos Medline (vía PubMed) y Google Académico, con un rango de tiempo desde enero de 2010 hasta junio de 2024, a través de un enfoque descriptivo y cualitativo, donde se buscaron y recolectaron datos e información en libros y artículos científicos para el enriquecimiento y la actualización de la investigación, a través del aporte de las teorías de los autores citados.

Para la recuperación de la información, se aplicaron dos estrategias de búsqueda: para la base de datos de Google Académico se utilizaron las palabras clave en español: “enseñanza de Embriología Humana”, “recursos tecnológicos”, “aprendizaje activo”, “simulación 3D en Embriología”, “plataformas interactivas embriología”, “educación médica”; y en inglés: “human embryology teaching”, “technological resources”, “active learning”, “3D simulation in embryology”,

“interactive embryology platforms”, “medical education”; mientras que para la base de datos de Medline-Vía PubMed se utilizaron: (“Embryology” [MeSH] AND “Education, Medical” [MeSH]) AND (“Educational Technology” [MeSH] OR “Simulation Training” [MeSH] OR “Virtual Reality” [MeSH]).

Para el desarrollo de la presente investigación se consultaron 47 artículos. Para el proceso de selección, los autores cribaron de forma independiente los títulos y resúmenes obtenidos mediante la búsqueda, según los criterios de inclusión.

Los criterios de inclusión establecidos fueron:

- El estudio debe estar publicado en una revista revisada por pares, acceso completo
- Estudios relacionados con la enseñanza de Embriología Humana
- Estudios con investigaciones que integren recursos tecnológicos como simulaciones, plataformas digitales, realidad aumentada o aplicaciones móviles
- Estudios realizados en contextos de educación médica como pregrado, posgrado y formación continua
- Tipos de documentos: artículos originales, revisiones sistemáticas, estudios de caso y revisiones narrativas.

Se excluyeron artículos centrados exclusivamente en embriología veterinaria u otras especies animales, documentos no académicos: editoriales, cartas al editor, comentarios, resúmenes de congresos. Finalmente se seleccionó un total de 27 fuentes bibliográficas en idiomas inglés y español.

En el desarrollo de esta investigación se respetaron los principios éticos fundamentales que rigen la producción y difusión del conocimiento académico (Declaración de Helsinki y su última actualización). Particularmente, durante la revisión bibliográfica se aplicaron criterios de honestidad intelectual, responsabilidad académica y respeto por los derechos de autor.

Resultados

Recursos tecnológicos en la enseñanza de la Embriología Humana

Aplicaciones móviles y plataformas interactivas

El uso de aplicaciones de aprendizaje electrónico que incorporan reconstrucciones 3D también ha demostrado mejorar la comprensión de los estudiantes sobre la orientación de las estructuras embrionarias, en comparación con los métodos tradicionales. Un estudio demostró que el uso de reconstrucciones embriológicas en 3D en una aplicación móvil mejoró significativamente la comprensión de los estudiantes sobre la orientación de los cortes histológicos en comparación con los métodos actuales,⁽¹¹⁾ porque representa mejor los cambios temporales y espaciales del desarrollo embrionario, con lo que supera las limitaciones de los diagramas estáticos.

Las animaciones web de embriología cardiovascular han mostrado ser efectivas para mejorar el aprendizaje a corto plazo. Estas ayudan a los estudiantes a conceptualizar eventos de desarrollo complejos y dinámicos, lo que mejora significativamente los puntajes de las pruebas posteriores en comparación con las pruebas previas.⁽¹²⁾

Los entornos de aprendizaje virtual en realidad aumentada, como CardioGenesis4D, permiten a los estudiantes interactuar con transiciones morfológicas complejas del desarrollo del corazón embrionario. Estos entornos han sido bien valorados por estudiantes y profesionales, al mejorar la conciencia espacial y el conocimiento.⁽¹³⁾

Dentro de las limitaciones del uso de esta tecnología se halla que requiere acceso a dispositivos móviles, computadoras o tabletas con especificaciones mínimas, lo cual puede ser una condición económica para algunos estudiantes; además, estos dependen de una conexión estable a internet para descargar contenidos o acceder a recursos en línea, por lo que su implementación debe equilibrarse con los métodos tradicionales, capacitar a los usuarios y considerar las barreras tecnológicas y económicas.⁽¹⁴⁾

Videos y animaciones educativas

Videos y YouTube

Los videos también representan una valiosa herramienta educativa para la Embriología, ya que permiten mostrar y explicar visualmente los cambios que

ocurren en las estructuras embrionarias durante el desarrollo⁽¹⁵⁾ y cómo cambian con el tiempo.⁽¹⁶⁾ Los videos en esta plataforma atienden a una amplia audiencia, con diferentes conocimientos previos y necesidades educativas, desde niños que buscan comprender sus propias condiciones hasta aquellos que realizan estudios clínicos avanzados de posgrado.⁽¹⁷⁾

Con tantos recursos y plataformas que buscan ganar tiempo y atención de los estudiantes, y cuantos más elementos se agregan a los currículos modernos, los educadores deben considerar los méritos de mantener los videos concisos, enfocados y estrechamente alineados con el currículo y el curso, para no sobrecargar a los estudiantes con trabajo de curso y recursos excesivos.⁽¹⁸⁾

Si bien YouTube alberga muchos videos de valor para los estudiantes de medicina que estudian Embriología, también existen muchos videos con contenido irrelevante o inexacto. Sin embargo, se requiere una opinión crítica por parte de los estudiantes y sus profesores a la hora de seleccionar videos apropiados para estudiar y aprender.⁽¹⁹⁾ Existen canales especializados que brinda explicaciones animadas sobre procesos como la formación de capas germinales, canales que muestran videos básicos y dinámicos sobre biología del desarrollo, y canales ideal para revisiones rápidas con videos enfocados en embriología clínica.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que algunos videos y animaciones simplifican demasiado los procesos, y dejan de lado detalles importantes necesarios para un aprendizaje profundo, por lo que es importante integrarlos estratégicamente en el currículo para abordar sus limitaciones y maximizar su efectividad como complemento a otros métodos educativos.

Animaciones educativas

El uso de animaciones permite mostrar los cambios secuenciales mediante la creación de modelos mentales de alta calidad, que tienen el potencial de usar selectivamente la información y centrar la atención del alumno para hacer que la nueva información se fije.⁽²⁰⁾ Los videos instructivos cortos pueden hacer que el aprendizaje sea más eficiente mediante la aplicación de principios multimedia; y las animaciones de video, en particular, pueden ilustrar los conceptos complejos y los procesos dinámicos que son comunes en la educación en ciencias de la salud.⁽²¹⁾ Por lo tanto, las animaciones ilustran los cambios dinámicos que ocurrieron durante los procesos embriológicos de una manera única.

Simuladores y laboratorios virtuales

Los modelos desempeñan un papel crucial en la enseñanza de la Embriología, al facilitar la comprensión de estructuras y procesos complejos. Según la literatura médica, los modelos permiten a los estudiantes explorar fenómenos que de otro modo serían impracticables de experimentar en la vida real, al proporcionar una comprensión profunda de las dinámicas subyacentes y los escenarios de respuesta de los sistemas estudiados;⁽²²⁾ además, los modelos tridimensionales (3D) digitales, como los reconstruidos a partir de datos de tomografía de proyección, permiten visualizar y cuantificar con precisión la morfología y las relaciones espaciales para una mejor comprensión del contenido.⁽²³⁾

Realidad Virtual (VR) y Realidad Aumentada (AR)

La VR permite al usuario seleccionar la etapa de desarrollo embrionario de una serie de secciones y obtener acceso a detalles sobre la anatomía y el desarrollo del embrión, según la edad gestacional de una manera interactiva. La VR es una herramienta única que posibilita la manipulación del modelo rotando, acercando o alejando características específicas para mejorar la comprensión 3D de las estructuras en observación.⁽²⁴⁾

Un estudio evaluó el impacto de un entorno de aprendizaje de realidad virtual en el conocimiento de los estudiantes de medicina sobre el desarrollo fetal. Aunque no se encontraron diferencias significativas en las puntuaciones de conocimiento postintervención entre los grupos de VR y tutoriales tradicionales, los estudiantes que utilizaron VR reportaron mayores niveles de satisfacción y confianza en su aprendizaje.⁽²⁵⁾

La Realidad Aumentada (AR) se ha consolidado como una herramienta innovadora, al permitir la superposición de elementos virtuales tridimensionales sobre el entorno físico real.⁽²⁴⁾ Esto facilita una visualización más clara, dinámica e inmersiva de los procesos de desarrollo embrionario, que tradicionalmente son difíciles de comprender mediante imágenes estáticas o descripciones textuales.

Modelos de impresión en 3D

La integración de modelos de embriones impresos en 3D en el laboratorio de anatomía macroscópica parece tener un gran potencial para mejorar el interés de los estudiantes en el aprendizaje y el dominio de la embriología.⁽²⁶⁾ Es probable que estas facilidades mejoren y faciliten la interacción entre el estudiante y la

embriología en observación, al proporcionar modelos más realistas que se asemejan mucho al tejido y las técnicas reales, de una manera eficiente y que ahorra tiempo.⁽²⁴⁾ Esto resulta especialmente vital durante la enseñanza de la Embriología, ya que esta materia requiere un alto nivel de visualización de las disposiciones espaciales y las relaciones 3D entre los diferentes componentes.

Mesas de disección virtual

Para el aprendizaje de la Anatomía, los estudiantes utilizan interfaces de pantalla táctil para interactuar con varios modelos anatómicos y diseccionarlos. Más recientemente, se ha añadido contenido de Embriología a estas mesas de disección virtuales, específicamente exploraciones de embriones humanos en estadios de Carnegie de 13 a 23 o de 28 a 56 días.⁽²⁷⁾

Plataformas de evaluación y gamificación

Estas plataformas han demostrado ser útiles en el aprendizaje de conceptos complejos, como los de Embriología, al permitir un enfoque basado en el *feedback* inmediato y el aprendizaje activo. Kahoot y Quizizz representan plataformas que fomentan el aprendizaje colaborativo y la motivación en entornos educativos mediante juegos interactivos.⁽²⁸⁾ La gamificación ha demostrado su efectividad para aumentar la retención de conocimientos y el compromiso de los estudiantes. Classcraft integra elementos de rol y gamificación en el aula.⁽²⁹⁾

Aunque las plataformas de evaluación y gamificación ofrecen numerosos beneficios en la enseñanza de Embriología, también presentan desventajas y limitaciones importantes; como la naturaleza lúdica de las plataformas gamificadas, pueden llevar a que los estudiantes se concentren más en los aspectos competitivos que en el aprendizaje del contenido.⁽³⁰⁾

Conclusiones

El uso de recursos tecnológicos como simuladores 3D, modelos impresos y laboratorios virtuales en la enseñanza de la Embriología Humana mejora significativamente el aprendizaje, al facilitar la comprensión visual de estructuras complejas y promover la interacción activa. Estos recursos también abordan limitaciones éticas y logísticas. No obstante, su implementación enfrenta desafíos

como el alto costo y la necesidad de capacitación técnica para docentes y estudiantes.

Referencias bibliográficas

1. Teshome D, Tiruneh C, Berhanu L, Berihun G. Medical Students; Attitude and Perception Towards Basic Medical Science Subjects at Wollo University, Northeast Ethiopia. AMEP. 2021;12:431-8. DOI: <https://doi.org/10.2147/AMEP.S309440>
2. O'Connor, C., Jordan, K., Vagg, T., Murphy, CE, Barry, DS, Toulouse, A., ... & Downer, EJ (2023). La enseñanza animada mejora el aprendizaje de la gastrulación y la neurulación humanas por parte de los estudiantes. Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger , 247 , 152057. DOI: 10.1016/j.aanat.2023.152057
3. Fernquist GD, Samonds KE. Creating New Embryological Models for Teaching Cardiac Development in Embryology. Anatomical Sciences Education. 2024;17(7):1384-8. DOI: <https://doi.org/10.1002/ase.2505>
4. Abdel Meguid EM, Holland JC, Keenan ID, Mishall P. Exploring Visualization for Embryology Education: A Twenty-First-Century Perspective. En: Rea PM, editor. Biomedical Visualization. Volume 11. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 173-93. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-87779-8_8
5. Sume BW. Medical Students' Attitude and Perception Towards Embryology Course at Debre Markos University, Ethiopia. Adv Med Educ Pract. 2022 [acceso 11/04/2025];13:789-96. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9357559/>
6. Rugg-Gunn PJ, Moris N, Tam PPL. Technical challenges of studying early human development. Development. 2023;150(11). DOI: <https://doi.org/10.1242/dev.201797>
7. Wang C, Chen X, Yu T, Liu Y, Jing Y. Education reform and change driven by digital technology: a bibliometric study from a global perspective. Humanit Soc Sci Commun. 2024 [acceso 11/04/2025];11(1):1-17. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41599-024-02717-y>
8. Hamilton J, Carachi R. Clinical embryology: is there still a place in medical schools today? Scott Med J. 2014;59(4):188-92. DOI: <https://doi.org/10.1177/0036933014550953>

9. Rodríguez-Luengo, M., Águila-Camacho, J., Pallauta-Torres, L., Pérez-Cárdenas, N., Luengo-Mai, D., Niklander-Ebensperger, S., & Goset-Poblete, J. (2023). Percepción de la Virtualización de la Asignatura de Anatomía Humana Normal y Embriología en Pandemia. *International Journal of Morphology*, 41(3), 863-872. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022023000300863>
10. De Bakker BS, de Jong KH, Hagoort J, Oostra RJ, Moorman AFM. Towards a 3-dimensional atlas of the developing human embryo: The Amsterdam experience. *Reproductive Toxicology*. 2012 [acceso 18/09/2024];34(2):225-36. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089062381200202X>
11. Tait K, Poyade M, Clancy JA. eLearning and Embryology: Designing an Application to Improve 3D Comprehension of Embryological Structures. En: Rea PM, editor. *Biomedical Visualisation: Volume 7*. Cham: Springer International Publishing; 2020. p. 19-38. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-43961-3_2
12. Upson-Taboas CF, Montoya R, O'Loughlin VD. Impact of cardiovascular embryology animations on short-term learning. *Adv Physiol Educ*. 2019;43(1):55-65. DOI: <https://doi.org/10.1152/advan.00121.2018>
13. Schott D, Kunz M, Wunderling T, Heinrich F, Braun-Dullaeus R, Hansen C. CardioGenesis4D: Interactive Morphological Transitions of Embryonic Heart Development in a Virtual Learning Environment. *IEEE Trans Vis Comput Graph*. 2023;29(5):2615-25. DOI: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3247110>
14. Han SP, Kumwenda B. Bridging the digital divide: Promoting equal access to online learning for health professions in an unequal world. *Med Educ*. 2024; DOI: <https://doi.org/10.1111/medu.15455>
15. Bani D, Guelfi MR, Shtylla J, Di Grazia O, Masoni M. Retrospective analysis of the educational efficacy of digital resources in blended learning for teaching Human Histology & Embryology to medical students. *Morphologie*. 2025 [acceso 11/04/2025];109(365):100963. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1286011525000153>
16. Mathew R, Ramakrishnan N, Boland F, Pawlikowska T, Holland JC. Learning Cardiac Embryology on YouTube--What Videos Are There to View? *Anatomical Sciences Education*. 2024;17(7):1495-508. DOI: <https://doi.org/10.1111/medu.15455>
17. Bezner SK, Hodgman EI, Diesen DL, Clayton JT, Minkes RK, Langer JC, et al. Pediatric surgery on YouTube™: Is the truth out there? *Journal of Pediatric Surgery*. 2014 [acceso 26/11/2024];49(4):586-9. Disponible en: [https://www.jpedsurg.org/article/S0022-3468\(13\)00661-1/abstract](https://www.jpedsurg.org/article/S0022-3468(13)00661-1/abstract)

18. Evans DJR, Zeun P, Stanier RA. Motivating student learning using a formative assessment journey. *Journal of Anatomy*. 2014 [acceso 26/11/2024];224(3):296-303. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/joa.12117>
19. Dong C, Goh PS. Twelve tips for the effective use of videos in medical education. *Medical Teacher*. 2015;37(2):140-5. DOI: <https://doi.org/10.3109/0142159X.2014.943709>
20. Lowe R. Interrogation of a dynamic visualization during learning. *Learning and Instruction*. 2004 [acceso 26/11/2024];14(3):257-74. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475204000313>
21. Lim KHA, Loo ZY, Goldie SJ, Adams JW, McMenamin PG. Use of 3D printed models in medical education: A randomized control trial comparing 3D prints versus cadaveric materials for learning external cardiac anatomy. *Anat Sci Educ*. 2016;9(3):213-21. DOI: <https://doi.org/10.1002/ase.1573>
22. McLachlan JC. Using models to enhance the intellectual content of learning in developmental biology. *Int J Dev Biol*. 2003 [acceso 26/11/2024];47(2-3):225-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12705674/>
23. Azkue JJ. External surface anatomy of the postfolding human embryo: Computer-aided, three-dimensional reconstruction of printable digital specimens. *J Anat*. 2021;239(6):1438-51. DOI: <https://doi.org/10.1111/joa.13514>
24. Alfalah SF, Muhibat NM, Hudaib A, Koshebye D, AlHourani S. Virtual reality learning environment in embryology education. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences (World Academy of Science, Engineering and Technology)*. 2019 [acceso 26/11/2024];13(12):1461-4. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Salsabeel-Alfalah/publication/338681705_Virtual-Reality-Learning-Environment-in-Embryology-Education/links/5f44c88ea6fdcccc43fd7be0/Virtual-Reality-Learning-Environment-in-Embryology-Education.pdf
25. Ryan G, Rafferty A, Murphy J, Higgins MF, Mangina E, McAuliffe FM. Virtual reality learning: A randomized controlled trial assessing medical student knowledge of fetal development. *Int J Gynaecol Obstet*. 2023;162(1):292-9. DOI: <https://doi.org/10.1002/ijgo.14684>
26. Plunkett C, Dueñas A, Stratford J, Leppek N, Lee LM. Embryos in Gross Anatomy Laboratory? The Educational Impact of 3D Printed Embryo Model Integration in Medical Basic Sciences Education. *The FASEB Journal*. 2019 [acceso 26/11/2024];33(S1):17.1-17.1. Disponible en:

https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1096/fasebj.2019.33.1_supplement.17.1

27. Upson-Taboas CF, Montoya R, O'Loughlin VD. Impact of cardiovascular embryology animations on short-term learning. *Advances in Physiology Education.* 2019 [acceso 26/11/2024];43(1):55-65. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/advan.00121.2018>
28. Wang AI. The wear out effect of a game-based student response system. *Computers & Education.* 2015 [acceso 27/11/2024];82:217-27. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131514002516>
29. Dichev C, Dicheva D. Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education.* 2017;14(1):9. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5>
30. Hanus MD, Fox J. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education.* 2015 [acceso 27/11/2024];80:152-61. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131514002000>

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

