

Implementación y evaluación de un espacio digital de aprendizaje de la fisiología mediante vídeos instruccionales cortos y gamificación

Hilda L. GONZÁLEZ-OLAYA, Hernán D. DELGADO-RICO, William M. CASTILLO-TOLOZA, Cristhian D. OLARTE-MARÍN

Introducción. Herramientas ofrecidas por las tecnologías de la información y la comunicación, como los vídeos instruccionales en línea, han ampliado las alternativas didácticas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la fisiología.

Objetivo. Evaluar el impacto en el aprendizaje y la satisfacción de los estudiantes en un programa de pregrado en medicina, en el que se implementó un espacio digital de aprendizaje de la fisiología que combinó el uso de vídeos cortos (microaprendizaje) y la gamificación de la evaluación del contenido de estos.

Sujetos y métodos. Diseño longitudinal prospectivo tipo pre y post. Se invitó a participar a una muestra por conveniencia de estudiantes de medicina que estaban estudiando el curso de Sistemas funcionales efectores (tercer semestre) en una universidad de Colombia. Se elaboraron vídeos introductorios de algunos temas de la fisiología en un formato corto (microaprendizaje) con autoevaluaciones previas y posteriores a ellos que incorporaban elementos de la gamificación. Se realizó una encuesta al final del estudio para conocer la percepción y la satisfacción de los estudiantes sobre la estrategia.

Resultados. Se observó una mejora en las puntuaciones de las autoevaluaciones después de la exposición al material. La encuesta mostró que la estrategia motivó el aprendizaje, así como el entusiasmo por participar de manera más activa en las clases presenciales.

Conclusiones. La combinación de elementos de varias estrategias de tecnologías de la información y la comunicación, como el microaprendizaje, con interacción en los vídeos y la gamificación de las autoevaluaciones puede fomentar el aprendizaje autodirigido de la fisiología, así como la motivación y la participación en los encuentros presenciales.

Palabras clave. Aprendizaje en línea. Educación médica. Fisiología. Gamificación. Microaprendizaje. Vídeos instruccionales.

Implementation and evaluation of a digital physiology learning space with short instructional videos and gamification

Introduction. Information and communication technologies have expanded the didactic strategies in the Physiology teaching and learning process, among these alternatives are online instructional videos.

Objective. To evaluate the impact on learning and satisfaction of students of an Undergraduate Program in Medicine, where a digital space for learning Physiology was implemented. It combined short videos (microlearning) and interaction through gamification of evaluation of their content.

Subjects and methods. A pre-post prospective longitudinal design was used. A convenience sample of medical students who were taking Functional Effector Systems course (third semester) were invited to participate. Introductory videos of some Physiology topics were made in a short format (microlearning) with pre- and post-assessments that incorporated gamification elements. A survey was carried out at the end of the study to find out perceptions and satisfaction of students regarding the strategy.

Results. An improvement in self-assessment scores was observed after exposure to the material in most of the topics. The survey showed that the strategy motivated learning, as well as enthusiasm to participate more actively in face-to-face meetings.

Conclusions. We concluded that combination of elements of various information and communication technologies strategies such as microlearning with video interaction and gamification of self-assessments can favor self-directed learning, as well as motivation.

Key words. Gamification. Instructional videos. Medical education. Microlearning. Online learning. Physiology.

Grupo de investigación GICES. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB). Santander, Colombia.

Correspondencia:

Hilda Leonor González Olaya. Grupo de investigación GICES. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB). Cl. 157 #14 55. Floridablanca, Santander, Colombia. CP 681004.

E-mail:

Hgonzalez4@unab.edu.co

Recibido:

14.04.23.

Aceptado:

26.05.23.

Conflicto de intereses:

No declarado.

Competing interests:

None declared.

Cómo citar este artículo:

González-Olaya HL, Delgado-Rico HD, Castillo-Tolosa WM, Olarte-Marín CD. Implementación y evaluación de un espacio digital de aprendizaje de la fisiología mediante vídeos instruccionales cortos y gamificación. FEM 2023; 26: 121-7. doi: 10.33588/fem.263.1282.

© 2023 FEM



Artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ISSN (ed. digital): 2014-9840

Introducción

El aprendizaje de la fisiología representa un desafío para los estudiantes de medicina, ya que implica, más que memorizar, realizar razonamientos causales y predecir los resultados de alterar variables fisiológicas [1,2], por lo que los educadores en esta área han propuesto alternativas didácticas, utilizando herramientas que facilitan las tecnologías de la información y la comunicación, y el uso del internet [3,4].

Con el inicio de este siglo, los avances en la tecnología educativa, la aparición de sistemas de gestión del aprendizaje y el desarrollo de plataformas como YouTube permitieron a los profesores compartir el contenido de las clases en forma de vídeos, los cuales eran abordados por los estudiantes antes de los encuentros presenciales; este nuevo método de enseñanza, denominado ‘aula invertida’ o *‘flipped classroom’*, rápidamente se popularizó en todos los niveles de la educación [5,6]. Un ejemplo destacado es la academia Khan, un espacio en la web, creado por Salman Khan [7], conformado por contenidos de aprendizaje en formato vídeo y ejercicios de práctica. El uso de esta estrategia en la enseñanza de la fisiología favorece que en las clases presenciales se dedique más tiempo al análisis de las relaciones causa-efecto, a la resolución de problemas fisiológicos y a la aplicación [8-10].

La duración es un aspecto para tener en cuenta con relación al uso de vídeos en la educación. Vídeos muy largos pueden aumentar la carga cognitiva, sobrepasando los límites de la memoria de trabajo, y, por tanto, interferir en el proceso de aprendizaje [11]. Una alternativa, son los formatos de corta duración, que permiten lo que se ha llamado ‘microaprendizaje’, consistente en el uso de unidades pequeñas de contenido y de tecnologías flexibles que permiten a los estudiantes acceder a ellos más fácilmente en momentos y condiciones específicas [12,13], así como enfocar temas específicos y evitar el cansancio. Esta estrategia ha sido utilizada más ampliamente en educación médica continua, en plataformas MOOCs, así como en la enseñanza de las ciencias clínicas, pero no hay mucha bibliografía con relación a su utilidad en las ciencias médicas básicas [14,15].

Otro aspecto que le agrega valor al uso de los vídeos instruccionales es la posibilidad de incorporar algún grado de interacción que ayude a mantener la atención del estudiante, como, por ejemplo, la introducción de preguntas evaluativas en diferentes momentos [11] con elementos de la gamificación [16,17]. Este último término se refiere a la aplica-

ción de principios y elementos propios del juego en un ambiente de aprendizaje, como [18,19]:

- Puntos o incentivos, a manera de recompensas, por completar tareas, alcanzar objetivos o superar desafíos. Funcionan como un motivador para que los participantes se involucren y sigan participando en la actividad o el juego.
- Un contexto narrativo alrededor de la actividad, que puede involucrar personajes, un mundo ficticio, una trama y un objetivo. Ayuda a generar emoción e interés y hace la experiencia más envolvente.
- Una retroalimentación inmediata, que proporcione a los participantes información instantánea sobre su rendimiento o progreso en la actividad a través de efectos visuales o sonoros, barras de progreso o indicadores de puntuación, entre otros. Este elemento brinda la oportunidad de corregir errores y mejorar su desempeño.
- El reconocimiento, que implica elogiar y reconocer los logros y el progreso de los participantes a través de la asignación de insignias, medallas, trofeos virtuales, niveles especiales o tablas de clasificación, entre otros. Crea una sensación de logro y refuerza positivamente el comportamiento deseado.
- La libertad de equivocarse se basa en permitir a los participantes cometer errores y aprender de ellos sin consecuencias negativas graves. Se fomenta un ambiente seguro en el que los errores se ven como oportunidades de aprendizaje, lo cual reduce la ansiedad y el miedo al fracaso.

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto, en el aprendizaje y la satisfacción de los estudiantes, de la implementación de un espacio digital de aprendizaje de la fisiología que combinó el uso de vídeos cortos y la gamificación de la evaluación del contenido de estos.

Sujetos y métodos

Se realizó un estudio de carácter longitudinal prospectivo tipo pre y post, con estudiantes de medicina de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB) del curso Sistemas funcionales efectores, que se inicia el segundo año de su pregrado, entre julio y noviembre de 2019. En este curso se abordan de manera integrada las ciencias básicas médicas alrededor de los sistemas circulatorio, cardiovascular, respiratorio, renal y digestivo. La participación de los estudiantes fue voluntaria y consistió en hacer uso del material educativo organizado en la web

(espacio digital de aprendizaje de la fisiología) sobre algunos temas introductorios de la fisiología general y del sistema circulatorio.

El espacio digital consistió en vídeos instruccionales en formato corto (6-10 minutos). Cada tema incluyó entre dos y cuatro vídeos que fueron incluidos en la plataforma Moodle (TEMA, Universidad Autónoma de Bucaramanga) a través de paquetes Shareable Content Object Reference Moodle (SCORM), por medio de los cuales se añadieron autoevaluaciones anteriores, las cuales debían completarse para acceder al contenido de los vídeos, así como evaluaciones posteriores a éstos. Los estudiantes tenían libre acceso a este espacio digital de aprendizaje de la fisiología. Al finalizar el semestre se les aplicó una encuesta sobre el uso del material y de satisfacción sobre el espacio digital de aprendizaje de la fisiología.

Los desenlaces que hay que considerar fueron el nivel de potenciación del aprendizaje después de la exposición a los contenidos compartidos en forma de vídeos cortos (microaprendizaje), la caracterización del uso de espacio digital de aprendizaje, el nivel de satisfacción con éste, así como los comentarios y valoraciones de los estudiantes de su utilidad para el desarrollo de las clases presenciales.

Para la creación del espacio digital de aprendizaje se tuvieron en cuenta los siguientes pasos en forma secuencial:

- *Fase de preparación.* Selección de los temas que se iban a desarrollar en los vídeos, objetivos de aprendizaje, contenidos, guion, número de vídeos, creación del cuestionario de autoevaluación (prueba pre y post) y elementos de la gamificación que se iban a incluir.
- *Fase de producción.* Grabación del vídeo por cada docente utilizando el programa Screencast-O-Matic.
- *Fase de posproducción.* Inclusión de elementos como la portada, el nombre del canal y los logos institucionales.
- *Fase de implementación en la web.* Organización de paquetes SCORM con los vídeos y las evaluaciones en forma de juegos interactivos y ubicación en la plataforma Moodle de la universidad.
- *Fase de evaluación de la estrategia.* Aplicación a los estudiantes de una encuesta acerca del uso de la herramienta de aprendizaje y de satisfacción sobre el espacio digital de aprendizaje de la fisiología.

La información se recolectó en un formato electrónico de base de datos. Los datos se presentarán como medias (M) y sus desviaciones estándar (DE)

para el caso de las variables continuas y como conteo (n) y porcentaje (%) para las discretas. Se practicaron pruebas t para mediciones seriadas e independientes para los resultados de calificación en las evaluaciones, según corresponda si las variables tienen comportamiento de tipo distribución normal. Para distribuciones no normales, se aplicaron pruebas de Kruskal-Wallis. Se consideró un nivel de significancia estadística del 5%. El análisis se desarrolló con el *software* estadístico Stata 8.0 SE.

Este proyecto fue evaluado y aprobado por el comité de ética en investigación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

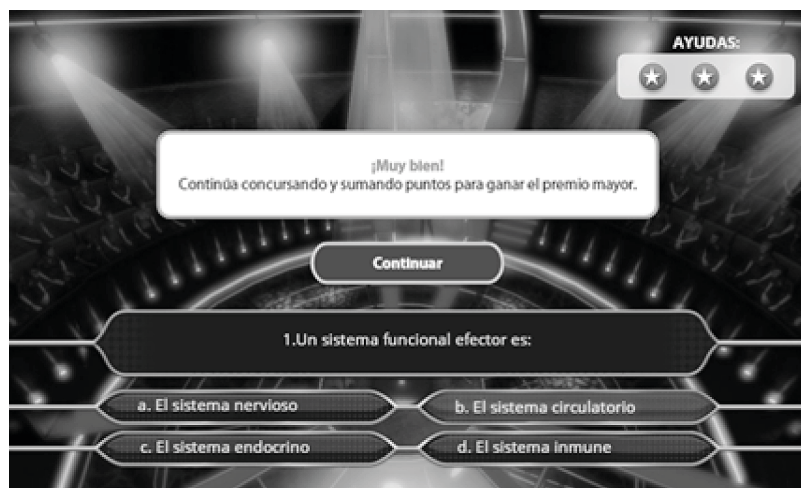
Resultados

Se elaboraron vídeos con una duración entre 6 y 10 minutos, en un formato que combinó la pizarra digital y el PowerPoint. Los temas incluidos en la plataforma fueron: introducción al sistema circulatorio (dos vídeos), homeostasis (dos vídeos), células sanguíneas (cuatro vídeos), y hemostasia y coagulación (tres vídeos). A cada tema se le añadieron las autoevaluaciones pre y post, conformadas por 10 preguntas de diferente tipo: selección múltiple, falso o verdadero, emparejamiento o de completar con una palabra. El tipo de preguntas seleccionado por tema fue el mismo para los dos cuestionarios (pre y post), pero varió su complejidad, ya que las preguntas en el post requerían habilidades de razonamiento superior, como análisis y aplicación.

Las autoevaluaciones se presentaron en forma de juegos, con imágenes e incentivos auditivos al responder correctamente y mensajes que invitaban a intentarlo de nuevo o a aprender del error. Los formatos de juego fueron variados, entre ellos elementos de juegos populares, como ‘¿Quién quiere ser millonario?’ (Fig. 1). Los estudiantes podían acceder libremente a este espacio digital de aprendizaje de la fisiología, pero se les recomendaba revisarlo antes de las clases presenciales sobre los temas tratados en ellos.

Resultados de las evaluaciones

El número de estudiantes que respondió las evaluaciones y abordó los diferentes vídeos fue variable. En la tabla se presentan los resultados de la prueba de t de Student para muestras pareadas de los pretest y los posttest de cada categoría. Se encontró una diferencia significativa con mejor puntuación posttest para los temas de introducción a los sistemas funcionales efectores ($n = 51$; $t = -4,25$ con 50 gra-

Figura 1. Imagen de la interfaz de una evaluación del contenido de los vídeos.**Tabla.** Resultados de las autoevaluaciones pre y post.

	Autoevaluación	M	DE	IC 95%	
Introducción a los sistemas funcionales efectores	Pre (n = 51)	1,3627	0,0611	1,2398	1,4855
	Post (n = 51)	1,7745	0,8667	1,6004	1,9486
	Diferencia	-0,41176	0,0967	-0,6060	-0,2175
Introducción al sistema circulatorio	Pre (n = 41)	1,9634	0,0862	1,7891	2,1376
	Post (n = 41)	3,5121	0,0995	3,311	3,7133
	Diferencia	-1,5448	0,1338	-1,8193	-1,2781
Células sanguíneas	Pre (n = 40)	3,7625	0,1669	3,4247	4,1002
	Post (n = 40)	3,575	0,131	3,31	3,8399
	Diferencia	0,1875	0,2115	-0,24048	0,61548
Hemostasia y coagulación	Pre (n = 50)	3,258	0,1017	3,0534	3,4625
	Post (n = 50)	3,3762	0,0888	3,1976	3,5547
	Diferencia	-0,1182	0,1421	-0,4038	0,1674

DE: desviación estándar; IC 95%: intervalo de confianza al 95%; M: media.

dos de libertad; $p = 0,0001$) e introducción al sistema circulatorio ($n = 41$; $t = -11,56$ con 40 grados de libertad; $p < 0,0001$), y las diferencias no fueron significativas entre el pretest y el posttest para los temas de células sanguíneas ($n = 40$; $t = -0,8861$ con 39 grados de libertad; $p < 0,381$), y hemostasia y coagulación ($n = 50$; $t = -0,8315$ con 49 grados de libertad; $p < 0,4097$).

Resultados de las encuestas sobre el uso del material y de satisfacción sobre el espacio digital de aprendizaje

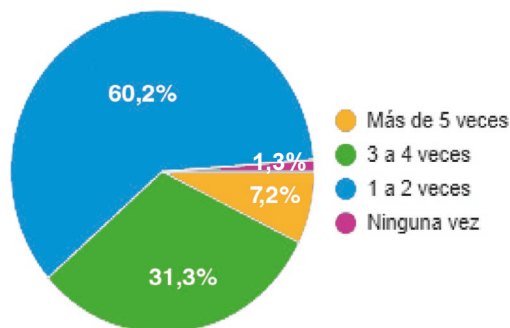
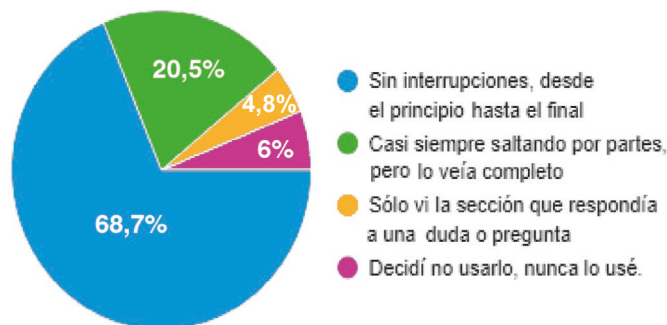
Respondieron la encuesta 53 estudiantes, con edades comprendidas entre 17 y 33 años, y un 64% fueron mujeres. La mayor parte de ellos accedieron a los vídeos desde sus casas (71%) mediante ordenadores portátiles (65%). Y el mayor porcentaje de estudiantes revisó los vídeos entre una y dos veces (Fig. 2) y sin interrupciones (Fig. 3).

Los estudiantes manifestaron haberse sentido cómodos con la herramienta utilizada y su satisfacción fue $\geq 80\%$ en el 96,4% de ellos, mientras que el 66% reconoció su utilidad como máxima. Algunos de los comentarios que más se repitieron fueron los siguientes:

- Me permitía llegar mejor preparado a la clase y a los talleres.
- Me parece un gran facilitador.
- Si tenemos dudas, podemos ir al vídeo específico y verlo para aclararlas.
- Me daba conocimientos previos para aprovechar más la clase.
- Me permitió complementar las clases.
- Me gusta estudiar antes de las clases con esos vídeos.
- Puedo comprender mejor y participar más en las clases.
- Es más cómodo y podría revisar varias veces el contenido.
- Al ser cortos los vídeos, no producían cansancio.
- Las preguntas al principio motivan a estudiar los vídeos para aclarar las dudas y al final para verificar si aprendimos y si era necesario revisar lo que nos quedó mal en la evaluación.
- El esquema de las preguntas es ameno y divertido.

Discusión y conclusiones

A medida que avanza el siglo XXI, las instituciones educativas enfrentan el desafío de satisfacer las demandas de los estudiantes nativos digitales, con entornos de aprendizaje centrados en el estudiante,

Figura 2. Frecuencia de uso de los vídeos instruccionales.**Figura 3.** Forma de uso de los vídeos instruccionales.

autodirigidos, mejorados con tecnología y flexibles [4,20]. Estos aspectos deben tenerse en cuenta en la educación médica, tanto en el área básica como clínica. El aprendizaje de la fisiología, al ser una ciencia dinámica, es complejo para algunos estudiantes de medicina, por lo que estas nuevas alternativas didácticas y pedagógicas pueden ser beneficiosas [1,2].

En esta investigación se quiso enfrentar el reto de que el abordaje de vídeos instruccionales relacionados con la fisiología humana no fuera una experiencia pasiva, sino una oportunidad de aprendizaje activo para los estudiantes, teniendo en cuenta la duración e interacción como dos aspectos fundamentales. Es un hecho que los vídeos instruccionales desempeñan un papel cada vez más destacado en la educación médica, ya que son un componente central de la educación en línea y un importante complemento de la educación presencial. Sin embargo, es importante tener en cuenta las evidencias y recomendaciones para lograr diseños instruccionales que permitan que su uso impacte en el aprendizaje de los estudiantes y puedan utilizarse de manera efectiva en programas presenciales y en estrategias como la clase invertida [21,22].

La estrategia de microaprendizaje permitió segmentar los temas, con objetivos de aprendizaje específicos y módulos concretos de aprendizaje en cada vídeo. Los vídeos no superaron los 10 minutos, lo cual favoreció que la mayoría de los estudiantes los abordaran de principio a fin. En un estudio realizado por Guo et al usando datos de 6,9 millones de sesiones de visualización de vídeos en cuatro cursos en edX, se demostró una relación inversa entre la duración y el compromiso de los estudiantes en su visualización [23].

La mayor parte de los estudiantes revisó una o máximo dos veces los vídeos. Es posible que la corta duración y la focalización en temas específicos hayan favorecido su comprensión y asimilación con una o dos revisiones. Adicionalmente, algunos de los comentarios se orientaron a la utilidad de los vídeos para aclarar dudas o dirigirse rápidamente a un tópico de interés. Una de las ventajas del microaprendizaje es que logra la dosificación adecuada del contenido sin aumentar la carga cognitiva. Interactuar con pequeñas piezas de información nueva les da control sobre el flujo de nueva información y favorece gestionar la carga cognitiva intrínseca y favorecer la carga relevante [10,24]. Lo anterior se puede perder en otras estrategias del aprendizaje electrónico, o con la revisión de las clases presenciales o dictadas de manera sincrónica a través de diferentes plataformas [13,25]. De otra parte, el microaprendizaje fomenta en el estudiante el establecimiento de conexiones entre las unidades pequeñas, que es la base del pensamiento crítico y el razonamiento clínico [26].

Dentro de los comentarios realizados por los estudiantes, se mencionó que la estrategia facilitó su aprendizaje y fomentó su participación en las clases presenciales. Es un hecho que los estudiantes de medicina se enfrentan al reto de mucho por aprender sin tiempo suficiente para lograrlo, por lo que tener acceso a información focalizada y encontrar exactamente lo que están buscando en ese momento de su proceso de aprendizaje es de mucha utilidad.

Otra ventaja del microaprendizaje es su aspecto asincrónico, lo que permite al estudiante controlar el lugar, el método y el tiempo de acceso a la información. En este estudio, los estudiantes tenían la libertad de acceder desde diferentes dispositivos y

lugares, pero la mayoría prefirió hacerlo desde sus casas y a través de ordenadores portátiles.

Dentro del alcance del microaprendizaje en el área clínica se han descrito el logro de aprendizajes focalizados, la reactivación de conocimientos previos, mejores desempeños ('aprendizaje justo a tiempo'), así como en procesos de capacitación y educación continua. [12,27]. Este estudio es un aporte que apoya su implementación en el área de ciencias básicas médicas.

Con relación a la interacción, las autoevaluaciones previas posibilitaron la identificación de los propios conocimientos previos, lo cual puede servir de motivación para el abordaje del contenido de los vídeos y establecer las necesidades de aprendizaje. A su vez, autoevaluarse después de su estudio sirve de verificación de la comprensión de los temas tratados. La inclusión de evaluaciones en los vídeos igualmente puede favorecer la carga cognitiva relevante de los estudiantes, al centrar su atención en elementos importantes evaluados [24,28,29].

Una posible explicación a la diferencia no significativa entre los resultados de las autoevaluaciones pre y post, en los temas de células sanguíneas y de hemostasia, es que los estudiantes tenían más conocimientos previos. Adicionalmente, como se trata de cuestionarios autoadministrados, es posible que algunos estudiantes se apoyaran en internet o en libros para responderlos. Dado que cronológicamente en el semestre estos temas se abordan después de los otros dos, al conocer mejor la estrategia, es posible que se sintieran más confiados para buscar estas ayudas. No obstante, algunos estudiantes reconocieron que no obtener una mejor calificación en la autoevaluación final fue un motivador para revisar de nuevo los vídeos y comprender las preguntas en las que fallaron o para asistir al encuentro presencial.

De igual manera, involucrar elementos de la gamificación en las evaluaciones se reconoció como ameno y pudo favorecer la motivación por este proceso evaluativo e incentivar el aprendizaje, como se ha demostrado en otros estudios [30,31].

Si bien este estudio no profundizó en los alcances de la enseñanza invertida, los estudiantes comentaron que acceder al espacio digital antes de los encuentros presenciales favoreció una participación más activa en ellos, así como una sensación de satisfacción al lograr una mejor comprensión. De igual manera, fomentó el aprendizaje autodirigido, teniendo en cuenta la disponibilidad, la libertad de acceso y la flexibilidad para su uso. Este tipo de aprendizaje es un reto en la educación médica, y debe promoverse desde los primeros años de ésta,

ser continuo y permanente, y extenderse durante la vida profesional [32-34].

Otro aspecto que cabe destacar en este estudio es que fomenta la autogestión de los docentes para la realización de los materiales, porque, si bien el diseño y la asesoría en cuanto al programa que se utilizó en su elaboración estuvieron orientados por un comunicador experto en él, cada profesor planeó, organizó y realizó autónomamente las grabaciones.

Concluimos que, aunque el microaprendizaje es una tendencia emergente, puede utilizarse en las ciencias básicas médicas, como la fisiología, como complemento de las actividades presenciales, y su impacto se puede favorecer con la incorporación de una mayor interacción con el contenido, como las evaluaciones con elementos de la gamificación. Como bien mencionan Prashanti y Ramnarayan [35], combinar los enfoques motivadores con la sensación de seguridad en el aprendizaje es un acto de equilibrio que el docente debe realizar con destreza.

Se plantean como limitaciones que los temas seleccionados fueron introductorios, y es necesario hacer estudios que aborden áreas temáticas más complejas. De otra parte, es necesario reconocer que el microaprendizaje implica buena conectividad y tecnología, y no necesariamente todos los estudiantes cuentan con las mismas posibilidades de acceso a estos recursos.

Finalmente, si bien este estudio se realizó antes del inicio de la pandemia, aporta evidencias relacionadas con la utilidad de algunas alternativas didácticas que utilizan las tecnologías de la información y la comunicación, que pueden favorecer el aprendizaje de la fisiología en los estudiantes de medicina. Este hecho nos ayudó a estar preparados en esa época en términos de uso de la tecnología e internet, para continuar con las actividades académicas en las instituciones educativas.

Bibliografía

1. Slominski T, Grindberg S, Momsen J. Physiology is hard: a replication study of students' perceived learning difficulties. *Adv Physiol Educ* 2019; 43: 121-7.
2. Michael J. What makes physiology hard for students to learn? Results of a faculty survey. *Adv Physiol Educ* 2007; 31: 34-40.
3. Idelevich AR, Grigorievna IN. Study the morphological and physiological disciplines in pedagogical universities with the use of information and communication technologies. *Research and Advances in Education* 2023; 2: 1-5.
4. Kay D, Pasarica M. Using technology to increase student (and faculty satisfaction with) engagement in medical education. *Adv Physiol Educ* 2019; 43: 408-13.
5. Gopalan C, Daugherty S, Hackmann E. The past, the present, and the future of flipped teaching. *Adv Physiol Educ* 2022; 46: 331-4.

6. Bergmann J, Sams A. Flipped learning: gateway to student engagement. Washington, DC: International Society for Technology in Education; 2014.
7. Diwanji P, Simon BP, Marki M, Korkut S, Dornberger R. Success factors of online learning videos. In 2014 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL2014). IEEE; 2014.
8. Tune JD, Sturek M, Basile DP. Flipped classroom model improves graduate student performance in cardiovascular, respiratory, and renal physiology. *Adv Physiol Educ* 2013; 37: 316-20.
9. Gopalan C. Effect of flipped teaching on student performance and perceptions in an Introductory Physiology course. *Adv Physiol Educ* 2019; 43: 28-33.
10. DeRuisseau LR. The flipped classroom allows for more class time devoted to critical thinking. *Adv Physiol Educ* 2016; 40: 522-8.
11. Brame CJ. Effective educational videos: principles and guidelines for maximizing student learning from video content. *CBE Life Sci Educ* 2016; 15: es6.1-6.
12. Jomah O, Masoud A, Kishore X, Aurelia S. Micro learning: a modernized education system. *Broad Res Artif Intell Neurosci* 2016; 7: 103-10.
13. Javorcik T, Kostolanyova K, Havlaskova T. Microlearning in the education of future teachers: monitoring and evaluating students' activity in a microlearning course. *Electron J e-Learning* 2023; 21: 13-25.
14. De Gagne JC, Park HK, Hall K, Woodward A, Yamane S, Kim SS. Microlearning in health professions education: Scoping review. *JMIR Med Educ* 2019; 5: e13997.
15. Nowak G, Speed O, Vuk J. Microlearning activities improve student comprehension of difficult concepts and performance in a biochemistry course. *Curr Pharm Teach Learn* 2023; 15: 69-78.
16. Deterding S, Dixon D, Khaled R, Nacke L. From game design elements to gamefulness: defining 'gamification'. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. Nueva York, 2011.
17. Díaz-Cruzado J, Troyano-Rodríguez Y. El potencial de la gamificación en el ámbito educativo. *Innovación educativa: III Jornadas de Innovación Docente*. Innovación educativa. Universidad de Sevilla. 2013. URL: <https://idus.us.es/handle/11441/59067>. Fecha última consulta: 17.02.2023.
18. Singhal S, Hough J, Cripps D. Twelve tips for incorporating gamification into medical education. *Med Ed Publish* 2019; 8: 216.
19. Ricciardi F, De Paolis LT. A comprehensive review of serious games in health professions. *Int J Comput Games Technol* 2014; 2014: 1-11.
20. Tuma F. The use of educational technology for interactive teaching in lectures. *Ann Med Surg (Lond)* 2021; 62: 231-5.
21. Norman MK. Twelve tips for reducing production time and increasing long-term usability of instructional video. *Med Teach* 2017; 39: 808-12.
22. Guy R, Marquis G. Flipped classroom: a comparison of student performance using instructional videos and podcasts versus the lecture-based model of instruction. *Issues Informing Sci Inf Technol* 2016; 13: 1-13.
23. Guo PJ, Kim J, Rubin R. How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos. *L@S*. In *Proceedings of the First ACM Conference on Learning@Scale Conference*. New York: ACM; 2014. p. 41-50.
24. Ghanbari S, Haghani F, Barekatin M, Jamali A. A systematized review of cognitive load theory in health sciences education and a perspective from cognitive neuroscience. *J Educ Health Promot* 2020; 9: 176.
25. Salinas J, Marín VI. Pasado, presente y futuro del microlearning como estrategia para el desarrollo profesional. *Campus Virtuales* 2014; 3: 46-61.
26. Sedaghatkar F, Mohammadi A, Mojtahedzadeh R, Gandomkar R, Rabbani Anari M, et al. Enhancing medical students' knowledge and performance in otolaryngology rotation through combining microlearning and task-based learning strategies. *Int J Environ Res Public Health* 2023; 20: 4489.
27. Bannister J, Neve M, Kolanko C. Increased educational reach through a microlearning approach: can higher participation translate to improved outcomes? *J Eur C* 2020; 9: 1834761.
28. Jing HG, Szpunar KK, Schacter DL. Interpolated testing influences focused attention and improves integration of information during a video-recorded lecture. *J Exp Psychol Appl* 2016; 22: 305-18.
29. Kennedy G, Rea JNM, Rea IM. Prompting medical students to self-assess their learning needs during the ageing and health module: a mixed methods study. *Med Educ Online* 2019; 24: 1579558.
30. De Sousa-Borges S, Durelli VHS, Reis HM, Isotani S. A systematic mapping on gamification applied to education. In *Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing*. New York: ACM; 2014.
31. Nevin CR, Westfall AO, Rodriguez JM, Dempsey DM, Cherrington A, Roy B, et al. Gamification as a tool for enhancing graduate medical education. *Postgrad Med J* 2014; 90: 685-93.
32. Guy R, Byrne B, Dobos M. Optional anatomy and physiology e-learning resources: student access, learning approaches, and academic outcomes. *Adv Physiol Educ* 2018; 42: 43-9.
33. Nayak M, Belle VS. Various methods of self-directed learning in medical education. *Medisys J Med Sci* 2020; 1: 15-22.
34. Bhandari B, Chopra D, Singh K. Self-directed learning: assessment of students' abilities and their perspective. *Adv Physiol Educ* 2020; 44: 383-6.
35. Prashanti E, Ramnarayan K. Ten maxims for creating a safe learning environment. *Adv Physiol Educ* 2020; 44: 550-3.