

Las aplicaciones digitales como herramienta didáctica para el estudio de la Parasitología Médica

Norma Rivera-Fernández^{a,*}, Paola García-Dávila^a,
Amílcar Alpuche Hernández^b

Facultad de Medicina



Resumen

Introducción: El uso de las aplicaciones electrónicas (apps) en la enseñanza médica ha demostrado que facilita el aprendizaje, ya que permite tener acceso inmediato al conocimiento a cualquier hora y en cualquier lugar.

Objetivo: Desarrollar y evaluar una aplicación electrónica (app) para estudiar la morfología y el ciclo biológico del parásito *Toxoplasma gondii*, para los alumnos del módulo de Parasitología de la asignatura de Microbiología y Parasitología de la Facultad de Medicina UNAM, para reforzar e integrar la información de la enfermedad toxoplasmosis, que es una de las parasitosis más complejas que se estudian en el módulo.

Método: La aplicación se desarrolló en el Departamento de Visualización y Realidad Virtual (DVRV) de la Dirección

de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC) de la UNAM, y se evaluó mediante un cuestionario de satisfacción de usuario que se aplicó a los estudiantes del módulo, utilizando una variable criterial de satisfacción correspondiente a la escala de Satisfacción de la versión española del Cuestionario Distance Education Learning Survey. La consistencia interna para el instrumento se calculó con la prueba Alpha de Cronbach. Para identificar la estructura del instrumento, se utilizó el análisis de componentes principales (ACP), con rotación Varimax y normalización Kaiser.

Resultados: Los resultados en el ACP indicaron una apropiada adecuación muestral y elementos pertinentes en el instrumento analizado. La consistencia interna para el instrumento mostró un valor estandarizado de 0.87,

^aDepartamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Mx., México.

^bSecretaría de Educación Médica, Departamento de Evaluación Educativa, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Mx., México.

Recibido: 23-abril-2018. Aceptado: 6-septiembre-2018

*Autor para correspondencia: Norma Rivera-Fernández. Departamento de Microbiología y Parasitología Laboratorio de Malariaología, 2° piso Edificio A, Facultad de Medicina, UNAM.

Tel.: 5623 2465.

Correo electrónico: normariv@unam.mx.

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

2007-5057/© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

<http://dx.doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2019.31.18121>

lo cual aporta evidencia para afirmar que los reactivos miden el mismo constructo relacionando su patrón de respuestas entre sí.

Conclusión: La app fue bien aceptada por los estudiantes y cumplió con el objetivo. Las respuestas de los estudiantes permitirán mejorar el diseño de futuras aplicaciones electrónicas para el estudio de la parasitología médica.

Palabras clave: *Aplicaciones electrónicas; videos educativos; TIC; parasitología médica.*

© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Digital applications as a didactic tool for the study of medical parasitology

Abstract

Introduction: The use of electronic applications (app) in medical education, has demonstrated to facilitate learning, as it allows immediate access to knowledge at any time and in any place.

Objective: Developed and assessed an app for the study of morphology and the biological cycle of the *Toxoplasma gondii* parasite, for the students of the Parasitology module of the academic subject Microbiology and Parasitology of the of the Faculty of Medicine, UNAM, in order to reinforce and include data of the toxoplasmosis disease

that is one of the most complex parasitosis being studied in this module.

Method: The app was developed at the Departamento de Visualización y Realidad Virtual (DVRV), Dirección de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC), UNAM. Its use was assessed through a user satisfaction survey that was applied to the module's alumni using a criteria variable of satisfaction corresponding to the Satisfaction scale of the Spanish version of the Distance Education Learning Survey. The inner consistency for the tools was calculated with the Cronbach Alpha test. In order to identify the structure of the tool, the Principal Component Analysis (PCA) was used with a Varimax and Kaiser Normalization rotation.

Results: The results in the PCA showed an appropriate sample adequacy and pertinent elements in the analyzed tool. The inner consistency for the tool showed a standardized value of 0.87, which provides evidence to assure that the items measure the same construct related with the pattern of answers among themselves.

Conclusion: The app was welcome by students and served its purpose. The students' answers will allow us to improve the design of future apps to study medical parasitology.

Keywords: *Electronic applications; educational videos; ICT; medical parasitology.*

© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

INTRODUCCIÓN

En la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, constantemente se evalúa en los estudiantes el grado de retención de los conocimientos adquiridos en las asignaturas del área básica. Estudios realizados a varias generaciones de la licenciatura de médico cirujano del plan único de la Facultad de Medicina de la UNAM (que evalúan la retención de los conocimientos obtenidos durante los dos primeros años de la carrera), demostraron que el nivel de conocimientos en general disminuyó, el promedio de calificación en estos estudios para la

materia de Microbiología y Parasitología fue menor a 6.0.^{1,2} Estos resultados nos sugieren que debemos explorar las maneras de enseñanza para mejorar el aprendizaje de la parasitología médica.

El módulo de Parasitología de la asignatura de Microbiología y Parasitología contiene un *core curriculum* muy extenso, el cual puede parecerle tedioso al estudiante, debido en gran parte a la complejidad de los ciclos biológicos que desarrollan los parásitos del reino protista y animal. A los estudiantes les cuesta trabajo entender que el estudio de los ciclos biológicos les brinda información importante acerca

de las parasitosis, como su vía de entrada, patogénesis y manifestaciones clínicas, y que esta información les permitirá llegar a un buen diagnóstico y plantear estrategias adecuadas de prevención y tratamiento en sus futuros pacientes. Una manera de ayudar a los estudiantes a entender y aplicar la información contenida en los ciclos biológicos es mediante el uso de herramientas digitales con contenido multimedia, como videos y aplicaciones electrónicas conocidas como apps, las cuales mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje³, ya que a mayor número de sentidos involucrados, mayor será la retención que logra el que aprende⁴⁻⁶. La eficacia del uso de herramientas digitales multimedia en la enseñanza médica ha demostrado que potencializa el proceso educativo, facilita el aprendizaje, fomenta el trabajo en equipo, hace que el acceso a la información se repita y que los estudiantes obtengan mejores resultados en sus evaluaciones comparados con los que obtienen con los métodos tradicionales de estudio⁷. Esto nos sugiere que el uso de videos y apps puede facilitarle a los estudiantes el aprendizaje de los ciclos biológicos parasitarios.

OBJETIVO

Desarrollar una aplicación interactiva que incluye la morfología parasitaria y el ciclo biológico del parásito apicompleja *Toxoplasma gondii*, para ser utilizada por los estudiantes del módulo de Parasitología de la asignatura de Microbiología y Parasitología de la carrera de Médico Cirujano de la UNAM y facilitarles el estudio de la parasitosis.

Para evaluar la utilidad de este material, se realizaron cuestionarios de satisfacción de usuario a los estudiantes de esta asignatura durante el ciclo escolar 2018.

MÉTODO

Se desarrolló una aplicación digital interactiva como herramienta de estudio para los alumnos del módulo de Parasitología de la asignatura de Microbiología y Parasitología de la facultad de Medicina de la UNAM, en la que se puede estudiar la morfología del estadio parasitario que causa las manifestaciones clínicas de la enfermedad, llamado taquizoíta, así como el ciclo biológico del parásito y mecanismos de transmisión. La aplicación se desarrolló en el

Departamento de Visualización y Realidad Virtual (DVRV) de la Dirección de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC) de la UNAM por personal capacitado y bajo supervisión de los autores. El desarrollo de la app en el DVRV se llevó a cabo en varias etapas:

1. Análisis de requerimientos de la aplicación

Se desglosaron y valoraron nuestras necesidades para realizar la aplicación como la población a la que sería dirigida, el contenido didáctico y la interactividad.

2. Diseño y desarrollo de la aplicación

Se determinaron los elementos a nivel gráfico y de programación para realizarse en el proyecto. Para el diseño de los diferentes estadios parasitarios de *Toxoplasma gondii*, se obtuvieron recursos gráficos a partir de un banco de imágenes digitales pertenecientes al autor corresponsable. Los demás recursos gráficos como modelos animales y anatómicos fueron diseñados por personal del DVRV mediante programas computacionales como 3D y AutoDesk, entre otros, o adquiridos en el sitio electrónico <https://www.turbosquid.com/>. Estos recursos se utilizaron para el modelado, animación y optimización tridimensional, para posteriormente desarrollar con base en un diseño previo, la interacción entre el sistema y el usuario.

3. Pruebas

Se realizaron pruebas de la app en desarrollo para corregir errores. La app fue utilizada por 10 usuarios (cinco estudiantes de medicina y cinco becarios del DVRV) para detectar los fallos en la misma y corregirlos antes de liberarla.

4. Documentación de la aplicación

Para toda aplicación hecha en el DVRV es necesario guardar y redactar los documentos que muestran las soluciones usadas en el proyecto y que incluso pueden reutilizarse cuando sea necesario.

5. Publicación de la app en una plataforma

Una vez completado el desarrollo y documentación, la app nombrada ToxoplasmApp, fue publicada en las plataformas designadas a la misma: tienda elec-

Tabla 1. Ejemplo del cuestionario de satisfacción del uso de la aplicación ToxoplasmApp

Preguntas	4 (Bastante)	3 (Algo)	2 (Poco)	1 (Nada)
1. ¿Consideras que la aplicación ha facilitado la comprensión de la morfología de <i>Toxoplasma gondii</i> ?				
2. ¿Consideras que la aplicación ha facilitado la comprensión del ciclo biológico de <i>Toxoplasma gondii</i> ?				
3. ¿Consideras que esta aplicación te ayudará a responder mejor las preguntas del tema de toxoplasmosis en tus evaluaciones parciales y departamentales?				
4. ¿Consideras que este tipo de aplicaciones son de utilidad para el estudio del módulo de Parasitología de esta asignatura?				
5. ¿Te gustaría contar con más aplicaciones de este tipo para el estudio de los temas del módulo de Parasitología de esta asignatura?				
6. ¿Qué aspectos incorporarías a la aplicación para mejorar tu proceso de aprendizaje?				
7. Menciona brevemente qué te gustó más de la aplicación y qué te gustó menos.				

trónica Google Play para sistema operativo Android y App Store para sistema operativo IOS, en donde los usuarios pueden descargarla de manera gratuita, a través de tabletas electrónicas y teléfonos inteligentes.

6. Análisis descriptivo de la encuesta de satisfacción de ToxoplasmApp

Para evaluar la satisfacción de los estudiantes con la aplicación, se utilizó una variable criterial de satisfacción correspondiente a la escala de Satisfacción de la versión española del Cuestionario Distance Education Learning Survey (Sp-DELES)⁷. Este instrumento constó de ocho preguntas, de las cuales seis tenían cinco alternativas de respuesta posible: Mucho, Bastante, Algo, Poco, Nada, y dos de respuesta abierta (**tabla 1**). La participación de los alumnos se solicitó por medio del docente vía correo electrónico y se pidió colaboración a 10 grupos del turno matutino.

7. Análisis de datos

Con la intención de conocer los valores psicométricos de la prueba se realizaron análisis de acuerdo con los supuestos de la Teoría Clásica de los Tests (TCT). Para identificar la estructura del Instrumento se utilizó el Análisis de componentes principales (ACP), con rotación Varimax y Normalización Kaiser.

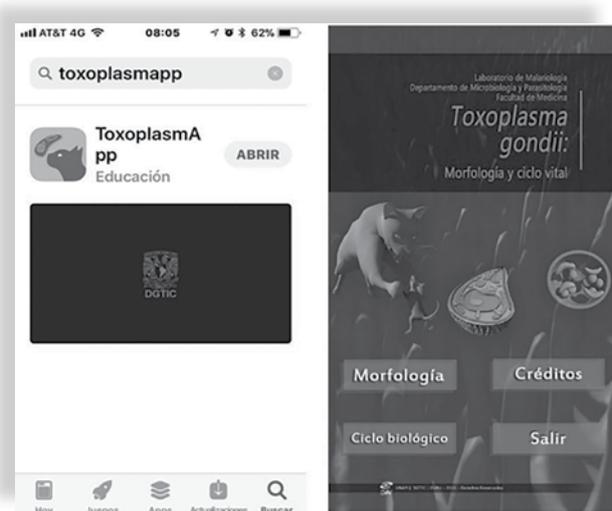


Figura 1. Pantalla de inicio de la aplicación electrónica ToxoplasmApp

8. Consideraciones éticas

Los estudiantes que participaron contestando el cuestionario de satisfacción de usuario, tuvieron conocimiento de la finalidad de la investigación y si su participación fue voluntaria.

RESULTADOS

La interfaz de la aplicación electrónica ToxoplasmApp para acceder a los contenidos, es muy sencilla y consta del siguiente menú: Morfología, Ciclo

biológico, Créditos, Salir (**figura 1**). En la sección de morfología se observa la superficie y el interior del taquizoíto de *Toxoplasma gondii*, así como sus organelos y citoesqueleto. En el ciclo biológico se observa un video con animaciones 3D del curso que sigue el parásito en el huésped definitivo y cómo se forman las fases infectantes del mismo, así como los principales mecanismos de transmisión.

Con la intención de conocer los valores psicométricos de la prueba, se realizaron análisis de acuerdo con los supuestos de la Teoría Clásica de los Tests (TCT).

Para identificar la estructura del instrumento, se utilizó el análisis de componentes principales (ACP), con rotación Varimax y normalización Kaiser, encontrándose un factor que explica 69.47 % de la varianza, con valores Eigen que van de 0.57 a 0.92 (Determinante = 0.0004; KMO = 0.80; Esfericidad de Bartlett, sig = 0.000). Los resultados en el ACP indican una apropiada adecuación muestral y elementos pertinentes en el instrumento analizado, explicando un patrón intencionado de respuesta.

La consistencia interna para el instrumento se calculó con la prueba Alpha de Cronbach, observándose un valor estandarizado de .87, lo cual aporta evidencia para afirmar que los reactivos miden el mismo constructo, relacionando su patrón de respuestas entre sí. Se realizó un análisis de discriminación para identificar si los reactivos podrían distinguir entre los puntajes bajos y altos, se observó que en efecto así fue (Sig. 000).

El análisis descriptivo de los datos observados se puede ver en la **tabla 2**.

El 93% de los estudiantes que respondieron el

cuestionario, consideró que la aplicación les facilitó bastante la comprensión de la morfología de *Toxoplasma gondii*, el 91%, consideró que la aplicación les facilitó bastante la comprensión del ciclo biológico de *Toxoplasma gondii*. El 48% manifestó que la aplicación les ayudaría bastante a responder mejor las preguntas del tema de toxoplasmosis en sus evaluaciones parciales y departamentales, el 1% mencionaron que les ayudaría algo y el resto que les ayudaría poco, esta respuesta fue coincidente con las preguntas abiertas en las que los evaluados pidieron que se incluyeran más datos clínicos en la aplicación. El 93% de los estudiantes manifestaron que este tipo de aplicaciones se le hace bastante útil para estudiar parasitología y 96% quieren contar con más aplicaciones de este tipo para el curso ya que les fue de fácil acceso y la pudieron estudiar hasta en su trayecto a la facultad, sin necesidad de cargar con libros o apuntes, simplemente abriendo su teléfono móvil. La mayoría coincide que la aplicación necesita audio y mayor contenido clínico, así como una explicación breve de la función de los organelos más importantes del parásito.

DISCUSIÓN

En la última década se ha incrementado la incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en el ámbito educativo, por considerarse herramientas útiles que permiten al estudiante ser el protagonista de su propio aprendizaje. Los dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas electrónicas forman parte de las herramientas tecnológicas educativas debido a su amplia distribución entre la población, ya que permiten tener acceso inmediato al conocimiento a cualquier hora y en cualquier lugar⁸. Al conocimiento adquirido por medio de dispositivos electrónicos se le denomina aprendizaje móvil, mejor representado actualmente por las aplicaciones electrónicas⁸. En el presente estudio se evaluó la utilidad de la aplicación electrónica ToxoplasmaApp (que contiene información morfológica, así como el ciclo biológico de *Toxoplasma gondii*) entre los estudiantes del módulo Parasitología de la asignatura de Microbiología y Parasitología de la Carrera de Médico Cirujano de la Facultad de Medicina de la UNAM, mediante un cuestionario con variable criterial de satisfacción.

Tabla 2. Estadísticos

N	Válido	401
	Perdidos	0
Media	18.85	
Mediana	19.00	
Moda	20.00	
Desviación estándar	1.50	
Mínimo	12.00	
Máximo	20.00	
Percentiles 25	18.00	
50	19.00	
75	20.00	

La mayoría de los estudiantes que utilizaron la aplicación ToxoplasmApp, comentó que una de las cosas que más le gustó de esta, fue el fácil y rápido acceso a través de su teléfono móvil y las animaciones que le facilitaron la comprensión de la parasitosis. Esto puede ser debido a que el aprendizaje mediante una actividad, participativa, receptiva y simulando situaciones reales, puede lograr que se recuerde hasta el 90% del conocimiento aprendido⁹, por lo que la educación médica a través de la simulación como tendencia pedagógica emergente de las TIC, aprovecha la idiosincrasia del binomio tecnología-jóvenes, y es, por lo tanto, una respuesta clara a la necesidad de garantizar una retención y aplicación de los conocimientos adquiridos.

Nuestros resultados mostraron que más del 90% de los estudiantes que utilizaron la app manifestaron que la consideraron útil para comprender mejor la parasitosis producida por *T. gondii*. Un estudio realizado a estudiantes de medicina en la Universidad Médica Internacional de Malasia, diseñado para explorar la utilidad de las apps como herramientas didácticas, mostró que más de 80% de los usuarios acordaron que estas aplicaciones tuvieron un impacto positivo en sus estudios y práctica clínica¹⁰.

Con el auge de la tecnología informática se ha producido un cambio en la educación médica hacia el uso de teléfonos inteligentes y apps, ya que estas pueden proporcionar instantáneamente información en cualquier entorno¹¹. Un estudio reciente realizado en la Universidad de Liverpool, Reino Unido, a 1,800 estudiantes de medicina, demostró que el 89% de los encuestados poseía un dispositivo inteligente y de estos, 82% utilizaba aplicaciones médicas con fines de aprendizaje médico por considerarlas útiles¹¹. Hardyman¹² (2013), demostró que la adquisición rápida y oportuna de conocimiento desde un dispositivo inteligente, puede proporcionar una mejor atención al paciente y una mayor eficiencia en el lugar de trabajo. Otra ventaja de algunas aplicaciones médicas es que pueden usarse en un modo fuera de línea, por lo que no requiere conectividad a Internet¹¹.

La mayoría de los estudiantes encuestados, expresaron que este tipo de material les serían de gran utilidad para el estudio del módulo de Parasitología y que, por lo tanto, les gustaría contar con más

aplicaciones. Sin embargo, las respuestas obtenidas de la pregunta 3, las cuales se relacionan con las respuestas de las preguntas 6 y 7 del cuestionario de satisfacción, demuestran que para que estas aplicaciones les sean de más utilidad a los estudiantes, requieren audio y contenido clínico. Existe una fuerte evidencia de que las aplicaciones médicas facilitan el concepto de aprendizaje situacional. El aprendizaje es más efectivo cuando está en contexto y cuando el conocimiento se combina con aplicación práctica¹³, este modelo de aprendizaje se evidenció en un estudio donde el uso de aplicaciones de anatomía instaladas en los teléfonos inteligentes, mejoró la experiencia del aprendizaje en la clase presencial en anfiteatro¹⁴.

Aunque la utilidad de las aplicaciones médicas ha sido bien documentada, este enfoque de aprendizaje debe ser suplementario. Las aplicaciones deben usarse como un complemento de los métodos de enseñanza tradicionales. Esto encaja con las estrategias actuales de aprendizaje en el sentido de que un entorno de aprendizaje debe abarcar una variedad de medios de aprendizaje para maximizar su proceso¹⁵. Los estudiantes requieren acceso oportuno a la información, desde cualquier lugar en cualquier momento, por lo tanto, para satisfacer tales necesidades en las áreas básicas y clínicas, el uso de apps instaladas en teléfonos inteligentes parece ser esencial¹⁶.

Con el fin de satisfacer las necesidades educativas y mantenerse al día con los avances tecnológicos, las aplicaciones médicas deben hacerse disponibles para todos los médicos y estudiantes de medicina, y deben regularse por parte de organismos profesionales, ya que la falta de regulación puede difundir información incorrecta¹⁷.

La incorporación de aplicaciones digitales para el estudio de la parasitología médica se facilita tomando en cuenta que el 97% de la población de la generación 2017 de la Facultad de Medicina de la UNAM, contestó en el TICómetro^o que tiene acceso a internet, y el 85% manifestó tener acceso a al menos dos dispositivos electrónicos¹⁸.

En el presente estudio, la principal limitante fue la disponibilidad de recursos económicos, ya que el desarrollo de una aplicación electrónica interactiva realizada por personal capacitado y experto en el área, es un producto caro, por lo que se tuvo que

omitir sonido, así como un contenido más amplio; sin embargo, el trabajo realizado nos permitió tomar en cuenta las necesidades de los estudiantes para incluirlas en futuros proyectos, los cuales deberían someterse a evaluación, a programas de apoyo para proyectos de educación y así eliminar la limitante económica. El número de alumnos que evaluaron la aplicación fue de 401. Para que un número mayor de estudiantes evalúe este tipo de material, se plantea que los cuestionarios de satisfacción de usuario se apliquen de manera electrónica el día de su examen departamental, y la solicitud se difunda a través de los jefes de grupo.

La experiencia adquirida en el presente estudio nos permitirá:

1. Diseñar futuras aplicaciones para el estudio de la parasitología médica, las cuales contendrán mejor y mayor contenido en los aspectos clínicos, de diagnóstico y de control y tratamiento.
2. Desarrollar un banco de aplicaciones que contengan las enfermedades que se estudian en el módulo de Parasitología de la asignatura de Microbiología y Parasitología que se imparte en la Facultad de Medicina de la UNAM para nuestros estudiantes y para toda la comunidad dedicada a las áreas de la salud.
3. En el desarrollo de futuras aplicaciones y con base en el objetivo de retención de conocimiento por parte de los estudiantes, se realizarán estudios que midan este aspecto, incorporando al estudio grupos controles (que serán aquellos que no utilicen las apps).
4. Con base en las respuestas número 6 y 7 del cuestionario de satisfacción, el desarrollo de futuras aplicaciones deberá llevar como requisito para su liberación en plataformas digitales, audio, contenido clínico preciso y conciso y ejercicios de autoevaluación con realimentación.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que la aplicación fue bien aceptada por los estudiantes y cumplió con el objetivo que era el de facilitarles la comprensión de la morfología parasitaria y el ciclo biológico de *Toxoplasma gondii*. La prueba analizada cumplió con las características psicométricas necesarias para

evaluar la satisfacción del uso de la app. Con los datos obtenidos se concluye que las aplicaciones electrónicas son una buena herramienta didáctica para el estudio de la parasitología médica ya que le ofrece al estudiante una alternativa para mejorar su proceso de enseñanza-aprendizaje.

CONTRIBUCIÓN INDIVIDUAL

- NRF: Desarrolló el proyecto que fue evaluado y aceptado por Consejo Técnico de la Fac de Med UNAM para otorgar la cátedra especial Dr. Manuel Martínez Báez.
- PGD: Apoyó en el desarrollo de la app y se encargó de coordinar las evaluaciones de satisfacción de usuario.
- AAH: Realizó el estudio estadístico.

AGRADECIMIENTOS

A la Matemática Carmen Ramos, jefa del Departamento de Visualización y Realidad Virtual de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de la Información y Comunicación, UNAM, por coordinar el desarrollo de la app en el DVRV. A la profesora Josefina Bolado, responsable del Departamento de Traducción de Textos Científicos, de la División de Investigación de la Facultad de Medicina, UNAM, por la edición del idioma inglés.

PRESENTACIONES PREVIAS

Los avances del presente trabajo fueron difundidos en el tercer encuentro universitario de mejores prácticas de uso de TIC en la educación, DGTIC, UNAM, 2017.

FINANCIAMIENTO

Proyecto parcialmente financiado por el estímulo obtenido de la Cátedra Especial Dr. Manuel Martínez Báez (2016-2017), Facultad de Medicina, UNAM.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno que declarar. 🔍

REFERENCIAS

1. Fortoul T, Morales S, Muñoz A, Méndez J, Varela, Rodríguez V. Retención de los conocimientos básicos en cinco generaciones de alumnos que terminaron los dos primeros años del plan único de la carrera de médico cirujano en la Facultad de Medicina, UNAM (2007-2011). *Inv Ed Med.* 2012;1(4):170-5.

2. Rodríguez R, Téllez-Villagra C, Martínez-González A. Retención de los conocimientos de ciencias básicas por los alumnos de medicina. Implicaciones educativas. *Rev Fac Med (UNAM)*. 1992;35:23-8.
3. Muwanga-Zake. Applications of computer aided assessment in the diagnosis of science learning and teaching. *IJEDICT*. 2006;2(4):4466-e.
4. Álvarez M, Llorente PA, Martínez N, Fernández L, E. Granda G, Sampedro N, Suárez N. Material educativo multimedia. Una herramienta de apoyo a la enseñanza de la Otorrinolaringología. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2005;56:31-7.
5. Aly M, Elen J, Willems G. Instructional multimedia program versus standard lecture: a comparison of two methods for teaching the undergraduate orthodontic curriculum. *Eur J Dent Educ*. 2004;8(1):43-6.
6. Mooney GA, Bligh JF. Computer-based learning materials for medical education: a model production. *Med Educ*. 1997; 31:197-201.
7. Ferrer-Cascales R, Reig-Ferrer A, Fernández-Pascual M, Albaladejo-Blázquez N, Herranz-Bellido J, Caruana-Vañó A, Vallejo-Muñoz E, Díez-Jorro M, Giner-Alberola S, Hernández-Ramos C, Sánchez-San Segundo M, Hidalgo-Gómez C. Aplicación y evaluación de contenidos multimedia en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje en formación universitaria. 2011 [consultado Abr 2018]. Disponible en <https://web.ua.es/es/ice/jornadas-redes-2012/documentos/posters/245781.pdf>.
8. Cruz-Barragana A, Barragán-López A. Aplicaciones Móviles para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Enfermería. *Salud Admon*. 2014;1(3):51-7.
9. Dale E. The cone of experience. In Dale E, ed. *Audio-visual methods in teaching*. 1946. New York: Dryden Press; p. 37-51.
10. Koh KC, Wan JK, Selvanathan S, Vivekananda Ch, Lee GY, Ng ChT. Medical students' perceptions regarding the impact of mobile medical applications on their clinical practice. *JTMT*. 2014;3(1):46-53.
11. Snashall E, S. Hindocha S. The Use of Smartphone Applications in Medical Education. *Open Med J*. 2016;3(3):322-7.
12. Hardyman W, Bullock A, Brown A, Carter-Ingram S, Stacey M. Mobile technology supporting trainee doctors' workplace learning and patient care: An evaluation. *BMC Med Educ*. 2013;13(1):6.
13. Sfard A. On two metaphors for learning and the dangers of choosing just one. *Educ Res*. 1998;27(2):4-13.
14. Davies BS, Rafique J, Vincent TR, et al. Mobile Meducation (MoMed) - how mobile information resources contribute to learning for undergraduate clinical students - a mixed methods study. *BMC Med Educ*. 2012;12:1.
15. Richardson W. Educational Studies in the United Kingdom. *Br J Educ Stud*. 2002;50(1):3-56.
16. Safdari R, Jebraeily M, Rahimi B, Doulani B. Smartphone medical applications use in the clinical training of medical students of UMSU and its influencing factors. *Eu J Exp Biol*. 2014;4(1):633-637.
17. Santamaría PG, Hernández RE. S Uninorte. Barranquilla (Col.) 2015;31(3):599-607.
18. Coordinación de tecnologías para la educación-hábit@t puma. Diagnóstico sobre habilidades digitales a estudiantes de primer ingreso a la Facultad de medicina de la UNAM. Generación 2017. TICÓMETRO 2016. DGTIC UNAM 2017.