

## Mikros, aplicación androide para Microbiología y Parasitología en la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey

Mikros, an Android Application for the Microbiology and Parasitology Subject in the University of Medical Sciences of Camagüey

María del Carmen Galdós Sánchez<sup>1,2\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6452-1524>

Elizabeth Gort de Dios<sup>1,2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4280-9970>

Gustavo Hurtado Cristia<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1585-7088>

José Betancourt Bethencourt<sup>1,2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0043-9526>

Manuel Maurilio Basulto Barroso<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2484-1993>

Manuel Alcides Basulto Galdós<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7084-0190>

<sup>1</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Cuba.

<sup>2</sup>Centro de Inmunología y Productos Biológicos (CENIPBI). Camagüey, Cuba.

<sup>3</sup>Universidad de Camagüey “Ignacio Agramonte Loynaz”, Facultad de Ciencias Informáticas. Camagüey, Cuba.

<sup>4</sup>Hospital Universitario “Manuel Ascunce Domenech”. Camagüey, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [mgaldos@nauta.cu](mailto:mgaldos@nauta.cu)

### RESUMEN

**Introducción:** El aprendizaje móvil (*m-learning*) es la inclusión de dispositivos móviles en las actividades de aprendizaje. En la enseñanza de Microbiología y Parasitología médica estos ofrecen un alto poder de ilustración y contribuyen al aprendizaje de la asignatura de los estudiantes de la carrera de medicina; además, sirven de apoyo a otros perfiles como Tecnología de la Salud.

**Objetivo:** Exponer la actualización del curso de Microbiología y Parasitología en la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey mediante una aplicación androide.

**Métodos:** Se realizó una aplicación optimizada para androide 4.4 o superior con el lenguaje de programación Java. Esta investigación se desarrolló en la Universidad de Ciencias Médicas “Carlos J. Finlay” y se aplicó a estudiantes de la carrera de medicina en los cursos 2018-2019 y 2019-2020. El universo del estudio fueron 1446 estudiantes de los cursos de 2016-2020. Se realizó una encuesta validada por expertos a una muestra probabilística de 88 estudiantes de la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, en el período comprendido entre noviembre y diciembre de 2020. Se calculó el coeficiente concordancia general W de Kendall en cuanto a las respuestas a las preguntas.

**Resultados:** Mikros fue una herramienta de apoyo a la docencia, fruto de un proyecto de colaboración entre el Centro de Inmunología y Productos Biológicos de la Universidad de Ciencias Médicas y la Facultad de Ingeniería Informática de la Universidad “Ignacio Agramonte”, de Camagüey, que permitió introducir al profesor en una modalidad de enseñanza muy a tono con estos tiempos.

**Conclusiones:** La aplicación Mikros incluyó conceptos básicos y un alto nivel de actualización. También contribuyó a elevar el índice académico y a una mayor satisfacción del alumno en el aprendizaje, y resultó una herramienta de consulta práctica para estudiantes de años posteriores de la carrera en rotación por el área clínica y útil para el aprendizaje a distancia en tiempos de COVID-19.

**Palabras clave:** aprendizaje móvil; *mobile-learning*; TIC; APK.

## ABSTRACT

**Introduction:** Mobile learning (m-learning) consists in the inclusion of mobile devices into learning activities. In the teaching of medical parasitology and microbiology, such devices offer a high power of illustration and contribute to medical students' learning of the subject; in addition, they serve as support to other profiles such as health technology.

**Objective:** To present the update, by means of an android application, of the Microbiology and Parasitology course at the University of Medical Sciences of Camagüey.

**Methods:** An optimized application for android 4.4 or higher was created with the Java programming language. This research was carried out at Carlos J. Finlay University of Medical Sciences and applied to medical students in the 2018-2019 and 2019-2020 academic years. The study universe was made up of 1446 students

from the academic years from 2016 to 2020. A survey validated by experts was carried out, in the period between November and December 2020, with a probabilistic sample of 88 students from the University of Medical Sciences of Camagüey. Kendall's coefficient of general concordance (W) was calculated for the answers to the questions.

**Results:** Mikros was a teaching support tool, the result of a collaborative project between the Center of Immunology and Biological Products at the University of Medical Sciences and the School of Computer Engineering at Ignacio Agramonte University, in Camagüey, which allowed to present the professor in a teaching modality much in tune with the current times.

**Conclusions:** The Mikros application included basic concepts and a high update level. It also contributed to raising the student's academic index and satisfaction with learning. It turned out to be a practical consultation tool for students of higher academic years of the major who are rotating through the clinical area, as well as a useful tool for distance learning in COVID-19 times.

**Keywords:** mobile learning; m-learning; information and communication technologies; application.

Recibido: 21/04/2021

Aceptado: 03/11/2021

## Introducción

La asignatura Microbiología posee como objeto de estudio los agentes biológicos que actúan como patógenos en el hombre y provocan enfermedades de origen infeccioso. Asimismo, contiene en su sistema de conocimientos contenidos necesarios para las asignaturas del ciclo clínico. El correcto aprendizaje de la Microbiología y Parasitología médica es importante para el futuro desempeño profesional del médico. En la actualidad los planes de estudio buscan lograr profesionales competentes, y la autogestión del conocimiento desde los primeros años de la carrera es vital.

Existen numerosas investigaciones en el orden didáctico y pedagógico para solucionar deficiencias en el aprendizaje. Estas incluyen planes de acción,

estrategias y metodologías que utilizan herramientas informáticas auxiliares a tenor del uso adecuado de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la enseñanza superior.

El advenimiento de las TIC ha modificado los fundamentos de la universidad tradicional, al permitir que millones de personas puedan tener un acceso rápido a inmensas fuentes de información procedentes de todo el planeta. Prácticamente todos los Gobiernos del mundo han hecho de la introducción de las TIC una de sus políticas prioritarias, y todas las organizaciones internacionales e instituciones públicas, sin excepción, respaldan esa decisión de movilización general.

Ya en 2004 el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) destacó como el *m-learning* (*mobile learning*) ofrecía un valor añadido a cualquier modelo de aprendizaje. Actualmente, algunos de los principales expertos del sector sitúan al *m-learning* como la tendencia más importante en los sistemas formativos.<sup>(1)</sup>

En Europa, tanto Portugal como España están dando pasos de incorporación del *m-learning* en los diferentes niveles de enseñanza; aunque en Portugal están más vinculados a estudios de investigación.<sup>(2)</sup>

Al acercar los resultados a América Latina, puede verse la intención de países como Perú, donde se propone esta nueva plataforma educativa para en el futuro llevar la educación a otros ámbitos. En Brasil se observó un rápido crecimiento en la adopción de este nuevo enfoque; Costa Rica está promoviendo un proyecto para la evaluación de 18 000 alumnos a través de sus teléfonos celulares; mientras que Chile cuenta con el primer servicio de biblioteca móvil de América Latina, impulsado desde una institución de educación superior.<sup>(3)</sup>

Estudios realizados por especialistas en tecnología educativa de la Universidad de Buenos Aires resaltan que el principal desafío es pensar a los teléfonos móviles como herramientas que sirvan para la construcción de conocimiento; abrir la cabeza e imaginar cómo utilizarlos de forma creativa e innovadora para que sumen en el aula. Resulta más sencillo prohibir su uso –al identificarlos como instrumentos de irrupción que restan concentración– que pensar qué hacer con ellos en la formación.<sup>(4)</sup>

Sudáfrica representa uno de los países del continente africano con mayor actividad en este tipo de proyectos, muchos de los cuales presentan importantes similitudes con experiencias desarrolladas en algunos ámbitos de América Latina.<sup>(3)</sup>

En Cuba el desarrollo de *software* educativo para las especialidades universitarias de las ciencias médicas fue identificado como una necesidad desde finales de la década de los años ochenta. A partir de ese momento y hasta la fecha se han establecido de forma gradual, por parte del Ministerio de Educación Superior (MES)

y el Ministerio de Salud Pública (MINSAP), un conjunto de políticas que propician y fortalecen su desarrollo.<sup>(4)</sup>

De ahí que es conveniente el uso de las TIC para el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el caso particular de este proyecto, en la asignatura Microbiología y Parasitología médica, a pesar de lo que significa para la formación del profesional de las ciencias médicas, muestra resultados que no alcanzan el nivel de eficiencia docente. En el informe de promoción de la asignatura, en el orden cualitativo-cuantitativo se observa que los índices de calidad de dos cursos precedentes se comportaron entre 3 y 3,2 puntos. En los procesos de enseñanza-aprendizaje se utiliza un punto de inicio a partir de procesos de diagnóstico que determinan un estado inicial del conocimiento. En la enseñanza superior la estadística mide los índices de calidad y eficiencia. Este último determina una nota entre 0 y 5, con fracciones (ejemplo: 3,7). Por tanto, y teniendo la nota 3 como regular, se aconseja la obtención de nota 4 como índice deseable para el estudio. Fueron consultadas diversas bibliografías nacionales que brindaron ese dato.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Microbiología y Parasitología médica, así como la bibliografía utilizada para el cumplimiento de los objetivos de la asignatura, tienen un grupo de limitaciones:

- Deficiencias en el aprendizaje de la asignatura por cuanto el estudiante posee escasos conocimientos precedentes que le permitan la comprensión adecuada de los contenidos.
- El libro de texto está desactualizado, contiene un exceso de información y un lenguaje técnico que impide la comprensión en los estudiantes y posee escasas imágenes. Se requiere de una actualización rápida y oportuna del contenido ante el constante aumento de los conocimientos microbiológicos a nivel internacional.

Exponer la actualización del curso de Microbiología y Parasitología en la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey mediante una aplicación androide fue el objetivo de esta investigación, con el propósito de contribuir al aprendizaje de dicha asignatura por parte de los estudiantes del segundo año de la carrera de medicina, a través del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

## Métodos

Se realizó una aplicación optimizada para android de 4.4 o superior con el lenguaje de programación Java: uno de los más populares del mundo. Se orienta a objetos y es potente, versátil y multiplataforma –corre en cualquier sistema operativo moderno–. Puede obtenerse gran cantidad de herramientas para trabajar con él de forma gratuita, al resultar libre y abierto la mayor parte de su código.

Esta investigación se desarrolló en la Universidad de Ciencias Médicas “Carlos J. Finlay” y se aplicó a estudiantes de la carrera de medicina en los cursos 2018-2019 y 2019-2020. El universo del estudio fueron 1446 estudiantes de los cursos de 2016-2020. Se realizó una encuesta validada por expertos a una muestra probabilística de 88 estudiantes de la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, en el período comprendido entre noviembre y diciembre de 2020. Se calculó el coeficiente concordancia general W de Kendall en cuanto a las respuestas a las preguntas.

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

- Estudiantes de la carrera de medicina de segundo y tercer años de los cursos 2018-2019 y 2019-2020, que recibieron los beneficios de la aplicación.
- Estudiantes de la carrera de medicina de cuarto y quinto años de los cursos 2016-2017 y 2017-2018, que recibieron la docencia por los métodos convencionales.

A continuación se exponen los criterios de exclusión:

- Estudiantes de primer año de la carrera, por no estar dentro del grupo que recibe la asignatura.
- Estudiantes de sexto año, por las características propias del año terminal.

Se calcularon los estadígrafos de tendencia central y dispersión, y las frecuencias absolutas de las variables evaluadas en la encuesta. Con la prueba de U Mann Whitney se compararon los resultados entre sexos de los encuestados. Se realizó una entrevista estructurada para recoger información cualitativa, que se evaluó con el paquete Worcloud del programa R.

Con la prueba de Kruskal-Wallis se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos años que cursaban los estudiantes. El test de

proporciones se utilizó para valorar qué porcentaje de estudiantes mejoró su índice académico después de disponer del programa. Se hicieron todos los cálculos con el programa R.

## Aspectos éticos

Se les brindó a los participantes información detallada de su participación en el estudio y se obtuvo su consentimiento informado; asimismo, lo hizo la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. Se tuvieron en cuenta los elementos éticos para la formación del futuro médico y no se plantearon conflicto de intereses.

## Resultados

Se realizó una aplicación optimizada para androide 4.4 o superior con el lenguaje de programación Java para Microbiología y Parasitología, impartida en la carrera de medicina.

Como resultado se obtuvo, en el orden teórico, una estrategia didáctica para el aprendizaje de Microbiología y Parasitología; en lo práctico aportó una herramienta informática contextualizada en una aplicación para el teléfono móvil con la información suficiente, necesaria, oportuna y rápida para viabilizar el aprendizaje de dicha asignatura en los estudiantes.

La novedad científica de esta investigación fue el establecimiento de la relación conocimiento-estrategia didáctica como punto de partida para el estudio y la solución del problema, a través del uso de las TIC, en particular del *m-learning*.

Desde el punto de vista científico, la aplicación para el teléfono móvil facilitó el acceso a bibliografía actualizada y una mejor interacción alumno-profesor; además de un profesional mejor preparado.

En cuanto al impacto económico, facilitó el acceso a materiales actualizados, sin que el estudiante necesitara utilizar la conexión a internet, debido a que la aplicación se realizó con material obtenido por los autores, que cumplían con los objetivos del programa de la asignatura.

El impacto social estuvo en relación con la interacción y transformación del resultado docente, el aprendizaje y la aceptación por parte de los estudiantes.

En la tabla 1 se reflejan los valores centrales con el intervalo de confianza de las respuestas 1 y 2 (desacuerdo), y 3 y 4 (acuerdo); mientras que en la tabla 2 aparecen las frecuencias de respuestas a las preguntas de la encuesta.

**Tabla 1 - Estadígrafos de tendencia central y dispersión de las respuestas a la encuesta**

Preguntas para evaluación	Media	IC
1. Las clases de Microbiología y Parasitología son aburridas y poco útiles.	1,409	[1,307-1,522]
2. A menudo no entiendo los conceptos que explica el profesor.	2,068	[1,84-2,295]
3. Lo que aprendo en clase puedo aplicarlo en años posteriores de la carrera.	3,670	[3,534-3,784]
4. El texto básico de la asignatura no me resulta atractivo.	3,886	[3,784-3,955]
5. La comprensión de la asignatura se facilita con el uso de imágenes.	3,795	[3,705-3,875]
6. Los profesores no proponen actividades en las que puedo participar.	1,511	[1,386-1,648]
7. Utilizar el teléfono móvil o tablet en clase aumentaría mi interés por la asignatura.	3,670	[3,568-3,773]
8. Me gustaría realizar actividades con el teléfono móvil o tablet como forma de trabajo independiente y método de autoevaluación.	3,705	[3,591-3,807]
9. Los profesores tienen suficientes conocimientos sobre internet y el uso de las aplicaciones educativas en clase.	3,750	[3,659-3,830]
10. Los dispositivos móviles no me pueden ayudar a aprender más y mejor.	1,034	[1,000-1,080]

**Tabla 2 - Frecuencias de respuestas a las preguntas de la encuesta**

Preguntas	Escala de respuestas			
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	52	36	-	-
2	33	33	5	17
3	2	1	21	64
4	-	3	4	81

5	-	-	18	70
6	48	37	1	2
7	-	1	27	60
8	1	-	23	64
9	-	-	22	66
10	85	3	-	-

De los estudiantes encuestados, el 40,9 % mostró desacuerdo, el 59,09 % estuvo totalmente en desacuerdo, y el 99,99 % no consideraron las clases ordinarias como aburridas y poco útiles, pero sí necesitadas del apoyo de tecnologías de avanzada.

En cuanto a entender o no lo que explicaba el profesor, estuvieron en desacuerdo y totalmente en desacuerdo el 37,5 % en ambos casos; mientras, el 75 % fue capaz de entender los contenidos explicados en clases por el profesor. La mayoría de los estudiantes, aunque hubo un porcentaje que estuvo de acuerdo y totalmente de acuerdo, respectivamente, manifestó su oposición.

Solamente un 3,4 % no mostró interés por usar y/o aplicar los conocimientos y las facilidades que le brindaba la APK; mientras que la mayoría estuvo totalmente de acuerdo y de acuerdo, respectivamente, al expresar la ventaja y la necesidad de aplicar los conocimientos adquiridos en Microbiología y Parasitología en años posteriores de la carrera. Esto motivó a los autores a realizar una nueva versión que incluyera aspectos como el tratamiento, que no constituye objetivo para segundo año de la carrera.

El 92,04 % expresó que no le era atractivo el libro de texto, no estaba actualizado y carecía de imágenes que pudieran apoyar su comprensión. Esta cuestión favorecía y estimulaba la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el aula. El 7,94 % no manifestó inconformidad al respecto.

Las imágenes constituyen un elemento favorecedor del aprendizaje. Es posible demostrarlo porque no hubo ningún estudiante que negara su utilidad. El 99,99 % dio su apoyo.

Las actividades propuestas por los profesores constituyeron otro punto con el cual los estudiantes estuvieron conformes con lo que se les indicaba en el aula (de acuerdo 42,04 % y totalmente de acuerdo el 54,54 %). En tanto, un porcentaje reducido opinó lo contrario.

La motivación y el interés por la asignatura se vieron estimulados con el uso de los dispositivos móviles en las clases. El 68,18 % y el 30,68 % estuvieron totalmente de acuerdo y de acuerdo, respectivamente, para un 98,86 % de conformidad; y solamente el 1,13 % opinó lo contrario.

Igualmente, para la realización del trabajo independiente el 72,72 % y 26,13 % manifestaron estar totalmente de acuerdo y de acuerdo, respectivamente, en que era un método que los ayudaría a autoevaluarse y les facilitaría la ejecución de las actividades independientes, sobre todo en cualquier sitio en que se encontraran, debido a la portabilidad de la aplicación (98,85 %); solamente el 1,13 % opinó lo contrario.

En la encuesta realizada, el total de los estudiantes estuvo totalmente de acuerdo y de acuerdo (75 % y 25 %, respectivamente) con que sus profesores tuvieran conocimientos sobre internet y el uso de las aplicaciones educativas en clase, lo que favorecería la atención y el éxito del trabajo con la aplicación.

El 100 % de los estudiantes fue categórico al estar 96,59 % totalmente en desacuerdo y el 3,40 % en desacuerdo acerca de que el uso de dispositivos no los podía ayudar en clases. Al respecto, declararon la necesidad de incrementar las aplicaciones móviles hacia otras materias que requerían de rápida y oportuna actualización, así como un diseño más atractivo y de fácil entendimiento, apoyado con las imágenes. Esta afirmación constituye un punto a favor del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el aula, en forma de aplicaciones, debido a que estas tienen una gran aceptación.

Con la prueba de U Mann Whitney para comparar resultados entre sexos solo se observaron diferencias en la pregunta 1 ( $p < 0,001$ ); de hecho, el coeficiente concordancia general  $W$  de Kendall fue = 0,793. El sexo femenino predominó entre los encuestados.

Con la prueba de Kruskal-Wallis solo se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ) entre los distintos años (Fig. 1) para la pregunta 2.

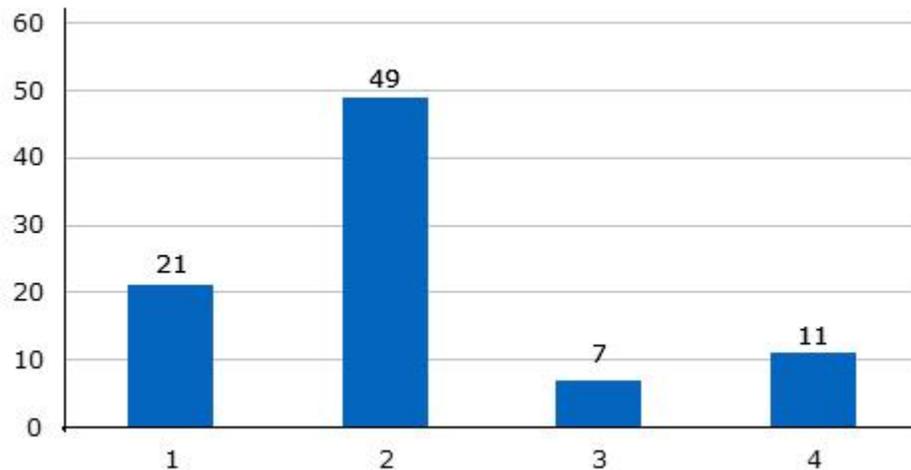


Fig. 1 - Cantidad de estudiantes encuestados por año.

La figura 2 representa en palabras el grado de satisfacción de los estudiantes con respecto a la aplicación para teléfono androide utilizada en la asignatura, donde las palabras de mayor tamaño aparecieron con más frecuencia.



Fig. 2 - Mayores frecuencias de las palabras en la entrevista.

En este resultado se observa que el porcentaje de aprobados se mantuvo dentro de un rango donde la diferencia no era significativa. Sin embargo, al comparar con el índice académico, se pudo apreciar un aumento en la calidad de este, donde en los dos años que no se utilizó la aplicación Mikros fue de 3 y 3,2; mientras que en los años que se empleó la herramienta, de 3,7 y 4, respectivamente. El índice académico, luego del uso del programa aumentó significativamente ( $p = 0,002294$ ); además, resultó evidente el nivel de satisfacción del estudiante al utilizar las tecnologías de la información y las comunicaciones en su aprendizaje (Tabla 3).

**Tabla 3 - Resultados de los diferentes cursos antes y después de utilizar la aplicación para teléfono**

	Resultados sin utilizar la aplicación		Resultados luego de utilizar la aplicación	
	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20
<b>Cursos</b>				
<b>Matrícula</b>	681	667	664	430
<b>Aprobados</b>	653	665	636	420
<b>%</b>	95,8	99,7	95,7	97,6
<b>Índice</b>	3	3,2	3,7	4

Se resume que el programa tiene excelente valor práctico para el aprendizaje, es actualizado y permite interactuar. Los conocimientos, las herramientas y la tecnología resultan duraderos y provechosos para su uso mediante el celular personal.

## Discusión

Resulta común que los adolescentes traten de realizar otras tareas mientras se desarrolla la clase con la aplicación, lo que se considera una de las desventajas del *m-learning*. *Baron*<sup>(5)</sup> y *Lee* y otros<sup>(6)</sup> hacen referencia a la calidad y el resultado del aprendizaje, que puede verse afectado si el profesor que dirige la actividad no motiva lo suficiente como para que el estudiante no desvíe su atención hacia otros temas, con el mismo dispositivo. De igual forma, los estudios de *Pererira* y otros<sup>(7)</sup>

*Mishra y Roseth*<sup>(8)</sup> y *Chen y Yan*<sup>(9)</sup> concuerdan en que estos dispositivos en el aula provocan distracción; como consecuencia, su uso durante el proceso de aprendizaje debe ser regulado.

*Elkheir y Mutalib*<sup>(10)</sup> mencionan que el uso de los teléfonos móviles y las tabletas podría fomentar que los alumnos se interesen en algún tema y que destinen más tiempo a su estudio. *Issa e Isaias*<sup>(11)</sup> y *Baron*<sup>(5)</sup> identifican algunos factores positivos y negativos en el uso de dispositivos móviles en las generaciones en el rango entre los 20 y 30 años. Dentro de los factores positivos en el uso de dispositivos móviles concluyen que es posible fomentar la comunicación y colaboración entre individuos sin importar el lugar donde se encuentren, lo que coincide con *Elkheir y Mutalib*<sup>(10)</sup> y con este equipo de investigación de la aplicación Mikros, donde la mayoría de los estudiantes mostró interés y satisfacción en el aprendizaje.

*Cuesta y otros*<sup>(12)</sup> y *Awang y otros*<sup>(13)</sup> reportaron que los dispositivos móviles se utilizaban en la educación como mediadores en el proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a que estos podían emplearse para consultar diversos materiales educativos. Esto supondría que su uso debería promover el desarrollo de habilidades involucradas en la tarea de aprendizaje. En el estudio conducido por *Awang y otros*<sup>(13)</sup>, los participantes reportaron que los dispositivos les ayudaron a promover sus habilidades de pensamiento y a cooperar con sus pares. De forma similar, resaltaron que estos podían incrementar la motivación de los estudiantes dentro del aula de clase, dato que coincide con los resultados de la investigación realizada en la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey.

Según *Mejía*,<sup>(14)</sup> el 75 % de los estudiantes consideraron que los *Smartphones* les ayudaban a aprender de manera más eficiente y el 94 % deseaba utilizarlos en su centro de estudio con fines educativos. Al comparar con la experiencia de *De Oliveira y Galembeck*<sup>(15)</sup> en escuelas fuera del sistema de salud, sus elementos tenían coincidencia con la investigación realizada por el equipo de trabajo de la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, donde también participaron alumnos de diferentes años de la carrera de medicina y contribuyeron con el desarrollo de la aplicación.

Por otra parte, el propio *Mejía*<sup>(14)</sup> expresó la existencia de pocas aplicaciones educativas o de algunas de pago, y que las gratuitas tenían ciertas limitaciones. En este caso, el uso de la aplicación Mikros no presenta ninguna de estas dificultades porque su diseño es sencillo, muy fácil de utilizar y libre de costo; no requiere de conexión a internet; contiene una extensa galería de imágenes que la hacen muy atractiva al estudiante; y tiene un sistema de comprobación de conocimientos para cada tema.

Entonces, los alumnos participantes en esta investigación coincidieron en que el *m-learning* les ofrecía ciertas ventajas como intercambiar información, facilidad de acceso a los contenidos del curso, mejor aprovechamiento del tiempo, mayor administración de los tiempos de estudio y entrega de las actividades del curso, y gran calidad en el aprendizaje. Desde esta perspectiva, se encontró coincidencia con lo que mencionan *Ahmed* y otros<sup>(16)</sup> *Cobos* y otros<sup>(17)</sup> y *Rodrigo-Cano* y otros,<sup>(18)</sup> cuando indican que resulta un soporte importante para el manejo de contenidos y que el *m-learning* se convierten en el mejor medio para acceder con rapidez a toda la información que el alumno requiera, según sus niveles de responsabilidad y competencia, por lo que le permite ser más productivo cuando consume e interactúa con la información, mediante el uso de algún dispositivo móvil.

Debe mencionarse que el uso de los dispositivos móviles como herramienta de aprendizaje no viene a sustituir a algún otro medio de aprendizaje, ya sea en una modalidad en línea o tradicional de enseñanza. En el estudio realizado se encontró que los dispositivos móviles se consideran un recurso adicional que venía a apoyar y enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje, tal como publicaron la UNESCO<sup>(19)</sup> y *Boude y Andrea*<sup>(20)</sup> en 2017.

Varios autores, entre los que se destacan *Ríos y Chamba*<sup>(21)</sup>, *Fombona y Rodil*<sup>(22)</sup> y *García y Tejedor*<sup>(23)</sup> coincidieron en que la revolución tecnológica ha permitido integrar a las TIC en todos los entornos profesionales y sociales.

A partir de esta evolución tecnológica, *Alrasheedi* y otros<sup>(24)</sup> afirmaron que de esta evolución nace el término *m-learning*, cuya metodología ofrece la posibilidad de acceder a la información y al conocimiento con mayor facilidad. A ello hay que sumarle su característica de ubicuidad: estar informado en cualquier lugar y momento. Asimismo, la aparición de los nuevos dispositivos móviles ha ayudado al acceso a la información, y al aumento de las competencias y habilidades específicas en los estudiantes. En este sentido, *Paramio* y otros,<sup>(25)</sup> en su revisión teórica sobre el uso de las TIC, apoya lo expresado por otros autores y coincide también con aspectos que se reconocen como positivos en la investigación realizada por la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey. En esta, además de la mejora en cuanto a resultados del índice académico, se manifiesta una marcada satisfacción en la utilización de la aplicación en la asignatura para la que fue creada.

Se evidenció una clara tendencia de los estudiantes por utilizar las nuevas tecnologías y desarrollar el proceso-aprendizaje en ellas. También se apreció el desarrollo de la autogestión de las tareas, la mejoría en sus habilidades de comunicación, la estimulación del desempeño individual y grupal, y se facilitaron la investigación y la lectura. Fue evidente el incremento del índice académico y el

grado de satisfacción expresado con el uso de la APK Mikros. En la utilización de dispositivos móviles no se reportó ningún estudiante que refiriera no haber tenido contacto con estos.

Finalmente, esta modalidad de aprendizaje es una gran oportunidad de seguir aprendiendo e investigando para todos y cada uno de los involucrados en el proceso y ha tenido mucha utilidad para la enseñanza en tiempos de COVID-19.

## Referencias bibliográficas

1. SCOPEO. m-learning en España, Portugal y América Latina. Monográfico SCOPEO. 2011 [acceso 23/12/2020];(3). Disponible en: <http://scopeo.usal.es/wp-content/uploads/2013/04/scopeom003.pdf>
2. Kalissa R, Palmer E, Miller J. Mobile learning in higher education. A comparative analysis of developed and developing country contexts. Br J Educ Technol. 2019;50(2):546-61. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.12583>
3. García Aretio L. Necesidad de una educación digital en un mundo digital. RIED. 2019;22(2):9-22. DOI: <http://doi.org/10.1111/bjet.12583>
4. Del Castillo Saiz GD, Sanjuán Gómez G, Gómez Martínez M. Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: desafío que enfrenta la universidad de ciencias médicas. EDUMECENTRO. 2018 Mar [acceso 12/09/2019];10(1):168-82. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-28742018000100011&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742018000100011&lng=es)
5. Baron NS. Only Connect: What the Internet Might Be Doing to Us. The American Journal of Psychology. 2016 [access 12/09/2019];129:337-43. Available from: <http://www.jstor.org/stable/10.5406/amerjpsyc.129.3.0337>
6. Lee J, Lin L, Robertson T. The impact of media multitasking on learning. Learning, Media and Technology. 2012;37:94-104. DOI: <http://doi.org/10.1080/17439884.2012.537664>
7. Pererira S, Filol J, Moura PE. Aprendizaje de los jóvenes con medios digitales fuera de la escuela: De lo informal a lo formal. Comunicar. 2019 [acceso 12/09/2019];27(58):41-50. Disponible en: <https://www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=detalles&numero=58&articulo=58-019-04>

8. Mishra P, Roseth CJ. Preference for multitasking, technological dependency, student metacognition, and pervasive technology use: An experimental intervention. *Computers in Human Behavior*. 2016;65:241-51. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.009>
9. Chen Q & Yan Z. Does multitasking with mobile phones affect learning? A review. *Computers in Human Behavior*. 2016; 54:34-42. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.047>
10. Elkheir Z, Mutalib AA. Mobile Learning Applications Designing Concepts and Challenges: Survey. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. 2015;10:438-42. DOI: <http://doi.org/10.19026/rjaset.10.2509>
11. Issa TB, Isaias P. Internet factors influencing generations Y and Z in Australia and Portugal: A practical study. *Information Processing & Management*. 2016;52(4):592-617. DOI: <http://doi.org/10.1016/J.IPM.2015.12.006>
12. Cuesta Cambra U, Niño González JI, Rodríguez Terceño J. The Cognitive Processing of an Educational App with EEG and “Eye Tracking”. *Comunicar*. 2017;25(52):41-50. DOI: <http://doi.org/10.3916/c52-2017-04>
13. Awang H, Aji ZM, Yaakob MFM, Osman WRS, Mukminim A, Habibi A. Teachers’s intention to continue using Virtual Learning Enviroment (VLE): Malasyan context. *J. Technol. Sci. Edu*. 2018;8(4):439-52. DOI: <https://doi.org/10.3926/jotse.463>
14. Mejía Dávila MR. M-Learning: Uso, características, ventajas y desventajas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*. 2020 [acceso 04/12/2020];8(1):50-2. Disponible en: <https://ojs.docentes20.com/index.php/revista-docentes20/article/view/80>
15. De Oliveira ML, Galembeck E. Mobile Applications in Cell Biology Present New Approaches for Cell Modelling. *Journal of Biological Education*. 2016;50(3):290-303. DOI: <https://doi.org/10.1080/0219266.2015.1085428>
16. Ahmed AA, Hussain Z, Rizvin WH, Virgilio MS. An analysis of the influence of a mobile learning outcomes of higher education students. *Univ Access Inn Soc*. 2018;17(2):325-34. DOI: <http://doi.org/10.1007/s10209-017-0555-y>
17. Cobos J, Simbaña V, Jaramillo L. El mobile-learning mediado con metodología PACIE para saberes constructivistas. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*. 2020;28(1):139-62. DOI: <https://doi.org/10.17163/soph.n28.2020.05>
18. Rodrigo Cano D, de Casas Moreno P, Aguaded I. Aprendizaje móvil (m-learning) como recurso formativo para empresas. *Revista Mediterránea de Comunicación*. 2019;11(1). DOI: <http://doi.org/10.14198/MEDCOM2020.11.1.18>

19. UNESCO. Mejores prácticas de aprendizaje móvil. 2019 [acceso 25/04/2020]. Disponible en: <https://es.unesco.org/themes/tic-educacion/aprendizaje-movil/fazheng>
20. Boude Figueredo OR, Andrea Sarmiento J. El reto de formar a profesores universitarios para integrar el aprendizaje móvil. Educ Med Super. 2017 Mar [acceso 24/10/2019];31(1):61-77. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412017000100007&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412017000100007&lng=es)
21. Ríos Zaruma J, Chamba Rueda MF. Application of ICT and M-learning to improve collaborative learning and interaction using the NearpodPlatform. 14th Iberian conference on Information Systems and Technologies (CISTI); 2019. p. 1-6. DOI: <http://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760728>
22. Fombona Cadavieco J, Rodil Pérez FJ. Niveles de uso y aceptación de los dispositivos móviles en el aula. Pixe-Bit. Revista de Medios y Educación. 2018;52:21-35. DOI: <http://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i52.02>
23. García Valcárcel Muñoz-Repiso A, Tejedor Tejedor FJ. Percepción de los estudiantes sobre el valor de las TIC en sus estrategias de aprendizaje y su relación con el rendimiento. Educación XXI. 2017;20(2):137-59. DOI: <http://doi.org/10.5944/educxx1.19035>
24. Alrasheedi M, Capretz L, Raza A. Management's perspective on critical success factors affecting mobile learning in higher education institutions. An empirical study. Journal of education computing research. 2016;54(2):253-74. DOI: <http://doi.org/10.1177/0735633115620387>
25. Paramio G, Delgado C, de Casas P. Revisión teórica sobre el uso de las TIC y el Smartphone en la docencia universitaria. En: De Casas P, Paramio G, Castro A, editors. Educación y comunicación mediada por las tecnologías: tendencias y retos de investigación. Sevilla: Egregius; 2018. p. 91-112.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### Contribución de los autores

*Conceptualización:* María del Carmen Galdós Sánchez, Elizabeth Gort de Dios, Gustavo Hurtado Cristia, José Betancourt Bethencourt, Manuel Maurilio Basulto Barroso y Manuel Alcides Basulto Galdós.

*Curación de datos:* María del Carmen Galdós Sánchez, Elizabeth Gort de Dios, Gustavo Hurtado Cristia, José Betancourt Bethencourt, Manuel Maurilio Basulto Barroso y Manuel Alcides Basulto Galdós.

*Análisis formal:* María del Carmen Galdós Sánchez, José Betancourt Bethencourt y Manuel Maurilio Basulto Barroso.

*Investigación:* María del Carmen Galdós Sánchez, Elizabeth Gort de Dios, Gustavo Hurtado Cristia, José Betancourt Bethencourt y Manuel Alcides Basulto Galdós.

*Metodología:* María del Carmen Galdós Sánchez, Elizabeth Gort de Dios, Gustavo Hurtado Cristia, José Betancourt Bethencourt y Manuel Alcides Basulto Galdós.

*Software:* Elizabeth Gort de Dios, Gustavo Hurtado Cristia y Manuel Alcides Basulto Galdós.

*Supervisión:* María del Carmen Galdós Sánchez.

*Validación:* María del Carmen Galdós Sánchez, Elizabeth Gort de Dios, Gustavo Hurtado Cristia y Manuel Alcides Basulto Galdós.

*Visualización:* María del Carmen Galdós Sánchez, Elizabeth Gort de Dios, Gustavo Hurtado Cristia, José Betancourt Bethencourt, Manuel Maurilio Basulto Barroso y Manuel Alcides Basulto Galdós.

*Redacción-borrador inicial:* María del Carmen Galdós Sánchez y Manuel Alcides Basulto Galdós.

*Redacción-revisión y edición:* Yasmín Rodríguez Acosta y María Elena Blanco Pereira María del Carmen Galdós Sánchez, José Betancourt Bethencourt, Manuel Maurilio Basulto Barroso.