

CARACTERIZACIÓN DE APLICACIONES MÓVILES PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA ANATOMÍA HUMANA

Guillermo Federico Martínez

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología.

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.

Franco Mir

Departamento de Fisiología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Universidad Nacional de Córdoba.

Leticia García Romano

CONICET. Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología.

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.

RESUMEN: Se caracterizan diez aplicaciones móviles de descarga gratuita orientadas a la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía humana. El análisis incluye tanto las características tecnológicas como el contenido anatómico y los procesos de aprendizaje propuestos por las aplicaciones. Los resultados obtenidos permiten decir que los diseños tecnológicos estudiados presentan un grado alto de usabilidad pero predominan las imágenes en dos dimensiones y tienen un grado de realismo medio. La mayoría de las aplicaciones permiten abordar el aprendizaje de las funciones de relación, nutrición y reproducción y establecer vínculos entre estructura y función. Sin embargo, gran parte de las mismas no propone a los usuarios procesos centrados en la exploración y la indagación.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje móvil, aplicaciones móviles, anatomía humana, tecnologías de la información y la comunicación.

OBJETIVOS: El presente trabajo se propone como objetivo general caracterizar las potencialidades de un conjunto de aplicaciones móviles para la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía humana. Para ello, se analizan las características tecnológicas de las aplicaciones móviles seleccionadas, se indaga sobre los contenidos relativos a la anatomía que presentan y se infieren los procesos de aprendizaje que permitirían desarrollar.

MARCO TEÓRICO

La anatomía humana es una disciplina que cobra relevancia en la curricula de las escuelas secundarias y carreras relacionadas con la medicina y las ciencias naturales. Sin embargo, su estudio se convierte en un escollo para muchos estudiantes debido a las dificultades que encuentran para establecer relaciones entre estructuras y entre aspectos estructurales y funcionales; los problemas para conceptualizar tridi-

mensionalmente las estructuras anatómicas; el uso de un léxico generalmente críptico para quienes no son especialistas y a que los materiales de estudio suelen contener información incorrecta o incompleta (Collipal Larre y Silva Mella, 2011; Echeverría Pereda y Jiménez Gutiérrez, 2010; Lampert, Russo y Porro, 2016).

El aprendizaje móvil (en inglés *mobile learning* o *m-learning*) se caracteriza por la inclusión de dispositivos móviles en las actividades de aprendizaje propuestas a los estudiantes. Entre sus principales beneficios pueden mencionarse el acceso flexible a los recursos de aprendizaje, la inmediatez de la comunicación, la participación de alumnos que forman parte de comunidades dispersas, el aumento de la alfabetización informática, el aprendizaje colaborativo, el mayor uso del mentoring o tutoría, entre otros (Herrera y Fennema, 2011). Además, en el caso de la enseñanza de las ciencias, las tecnologías móviles pueden ofrecer un alto poder de ilustración, lo cual favorece el aprendizaje de diferentes estructuras biológicas (de Oliveira & Galembeck, 2016).

En función de la necesidad imperante de incorporar tecnologías móviles en las aulas y considerando la potencialidad de las aplicaciones móviles para establecer mayores relaciones entre estructuras anatómicas y para entender sus funciones, se realiza el presente estudio que pretende constituirse en un aporte para los docentes del área.

METODOLOGÍA

Se seleccionaron para el análisis diez aplicaciones móviles destinadas a la enseñanza y aprendizaje de la Anatomía Humana disponibles en la plataforma digital *Google Play Store* (Tabla 1), las cuales fueron analizadas desde una perspectiva cualitativa (Sandín Esteban, 2003).

Tabla 1.
Aplicaciones móviles analizadas.

Nombre	Desarrolladores o autores
Anatomía Atlas Gratuito	Knowledge App Technologies
Anatomy Guide	Android Fr33k
Anatomía Humana- Fisiología Wiki	Smile Village
Anatomy Learning- 3D Atlas	AnatomyLearning
Gray's anatomy-atlas	SEStudio
Human Anatomy	Ap developers
Human Anatomy (Riyad- Pritom)	Riyad-Pritom
Human Anatomy System	TimeSoict Corp
Organos 3D (Anatomía)	Ing.Victor Michel Gonzales Galvan
Visual Anatomy Free	Education Mobile

Se consideraron aquellas aplicaciones que se podían descargar de forma gratuita y se tuvo en cuenta el hecho de que estuvieran disponibles para el sistema operativo *Android* (el principal utilizado en Argentina). Respecto del nivel educativo al que apuntan, se incluyeron aplicaciones orientadas a la escuela secundaria y al nivel superior de enseñanza.

Las categorías de análisis se construyeron a partir de aquellas validadas por otros autores (de Oliveira & Galembeck, 2016; Domínguez, Fernández-Pampillón y de Armas, 2013; Piassentini y Ocellini, 2012) y de aquellos aspectos emergentes que surgieron del propio análisis de las aplicaciones móviles.

A continuación se presentan las categorías de análisis utilizadas:

1. Idioma/s disponible/s.
2. Tamaño de descarga: expresado en Megabytes (MB).
3. Número de descargas: tomando como fecha límite noviembre de 2016.
4. Información al usuario en la predescarga:
 - Alta: Explicita a qué usuarios va dirigida, el objetivo de la misma, los recursos que ofrece, las características multimediales y cómo se presenta el contenido.
 - Media: Explicita a qué usuarios va dirigida, las características multimediales y cómo se presenta el contenido, pero no define objetivos.
 - Baja: Describe las características multimediales, pero no hace referencia a cómo se presenta el contenido y los recursos con que cuenta la aplicación.
5. Requisitos de conexión durante el uso de la aplicación.
6. Contenidos Multimedia: refiere a la presencia de imágenes y a la presencia de audio.
7. Grado de Realismo:
 - Alto: imágenes en tres dimensiones. Posibilidad de manipulación sobre la organización de la anatomía humana con una alta definición, parecido al escenario real.
 - Medio: Imágenes en dos dimensiones. Realismo limitado pero alta definición de las imágenes.
 - Bajo: Imágenes en dos dimensiones. Se presenta la anatomía humana con imágenes de baja definición o como representaciones gráficas.
8. Usabilidad:
 - Alta: Se encuentran rápidamente los contenidos buscados. La forma de utilizar el contenido (interfaz. es intuitiva. Todos los enlaces funcionan correctamente.
 - Media: Se puede navegar y encontrar los contenidos buscados, pero la forma de utilizar el contenido (interfaz. no siempre es intuitiva y se necesitan instrucciones de uso. Los enlaces funcionan correctamente.
 - Baja: Es difícil encontrar los contenidos buscados, las instrucciones de usos son poco claras. Hay enlaces que no funcionan correctamente, dificultando el acceso al contenido
9. Contenidos de anatomía humana: se relevaron los sistemas de órganos incluidos y si la aplicación apuntaba a la descripción de estructuras y/o funciones.
10. Procesos de aprendizaje implicados: se analizaron los principales procesos que podría desarrollar el usuario en el marco de la aplicación, especialmente si se facilita el proceso de memorización y acceso a nueva información o si se intentan promover los procesos de exploración e indagación.

Para garantizar la validez del estudio se realizó triangulación de investigadores, quienes desde un enfoque interdisciplinario analizaron las aplicaciones de forma independiente (Martínez Miguélez, 2006).

RESULTADOS

Los datos presentados en la Tabla 2 ofrecen un panorama detallado de las características tecnológicas de cada aplicación. En una primera aproximación, se destaca el hecho de que la mayoría de las aplicaciones tiene un alto grado de usabilidad. Sin embargo, al profundizar en otras categorías de análisis, se resalta el hecho de que predominan las aplicaciones con imágenes en dos dimensiones (2D), sin audio y con un grado de realismo medio.

Estos datos permiten decir que son escasas las aplicaciones que orientadas a recuperar el valor de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para ilustrar estructuras o procesos biológicos y para mejorar la conceptualización tridimensional de las estructuras (Collipal Larre y Silva

Mella, 2011; de Oliveira & Galembeck, 2016) y que son justamente estas aplicaciones las que tienen un mayor número de descargas. Así, como señalan López García (2009) y Marquès Graells (2000), las características multimediales capturan el interés de los usuarios y, en este caso, pueden incitar a la acción y al pensamiento en torno a las estructuras anatómicas estudiadas.

En lo que atañe al idioma, el predominio de aplicaciones en idioma inglés invita a pensar propuestas de diseño para el ámbito iberoamericano y también se constituye en una oportunidad para el trabajo interdisciplinario en la escuela secundaria y la universidad. Sin embargo, dado que el estudio de la anatomía implica la introducción de una gran cantidad de términos nuevos (Echeverría Pereda y Jiménez Gutiérrez, 2010), el predominio del idioma inglés puede resultar en un obstáculo extra para quienes no están familiarizados con el mismo.

Por último, es importante destacar que la mayoría de las aplicaciones pueden utilizarse sin conexión a internet, cuestión fundamental en los centros educativos donde el acceso a este servicio es limitado.

Tabla 2.
Idioma y características tecnológicas de las aplicaciones móviles analizadas.

Aplicación móvil	Idioma	Tamaño de descarga	Número de descargas	Información al usuario	Requisito de conexión	Contenido Multimedia	Grado de realismo	Usabilidad
Anatomía Atlas Gratuito	Inglés	5,46 MB	10.000	Bajo	Parcialmente (solo para ver las imágenes)	Imágenes en 2D. No presenta audio	Bajo	Alta
Anatomy Guide	Inglés	4,77 MB	500.000	Medio	No	Imágenes en 2D. Presenta audio	Medio	Alta
Anatomía Humana, Fisiología Wiki	Inglés	2,27 MB	50.000	Medio	Parcialmente (solo para ver las imágenes)	Imágenes en 2D. No presenta audio	Medio	Alta
Anatomy Learning-3D Atlas	Español e Inglés	18,97 MB	1.000.000	Medio	Sí	Imágenes en 3D. No presenta audio.	Alto	Media
Gray's Anatomy-Atlas	Inglés	48,74 MB	50.000	Medio	No	Imágenes en 2D. No presenta audio	Medio	Alta
Human Anatomy	Inglés	7,38 MB	1000	Medio	No	Imágenes en 2D. No presenta audio	Medio	Alta
Human Anatomy (Riyad-Pritom)	Inglés	5,94 MB	10.000	Medio	No	Imágenes en 2D. No presenta audio	Bajo	Alta
Human Anatomy System	Inglés	46,63 MB	10.000	Alto	No	Imágenes en 2D. No presenta audio	Medio	Alta

Aplicación móvil	Idioma	Tamaño de descarga	Número de descargas	Información al usuario	Requisito de conexión	Contenido Multimedia	Grado de realismo	Usabilidad
Organos 3D (Anatomía)	Español Inglés Portugués Francés	22,19 MB	1.000.000	Alto	No	Imágenes en 3D. No presenta audio.	Alto	Media
Visual Anatomy Free	Español Inglés Alemán Francés	11,46 MB	1.000.000	Alto	No	Imágenes en 3D. Presenta audio.	Alto	Alta

La Tabla 3 se centra en los contenidos anatómicos y los procesos de aprendizaje que predominantemente se podrían desarrollar con cada aplicación. En consideración de los sistemas de órganos que presentan, salvo en raras excepciones, las aplicaciones permiten abordar el aprendizaje de las funciones de relación, nutrición y reproducción (Lampert, Russo y Porro, 2016). Además, gran parte de los diseños tecnológicos analizados describen tanto la morfología como las funciones de las estructuras anatómicas, lo cual abre la posibilidad de establecer relaciones entre ambas cuestiones. Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones se centra principalmente en la posibilidad de que los usuarios accedan a información nueva y no proponen procesos centrados en la exploración y la indagación. Así, las aplicaciones repiten la estructura de muchos libros de texto escolares o páginas web, con gran cantidad de información pero pocas oportunidades para desarrollar procesos de construcción de conocimiento en torno a las ciencias.

Tabla 3.
Contenidos y procesos de aprendizaje posibles de desarrollar con las aplicaciones.

Aplicación móvil	Contenidos de anatomía humana	Procesos de aprendizaje implicados
Anatomía Atlas Gratuito	Solo describe ciertas estructuras anatómicas. Describe tanto las estructuras como sus funciones.	Memorización y acceso a nueva información.
Anatomy Guide	Circulatorio; Digestivo; Reproductor masculino y femenino; Respiratorio; Nervioso; Urinario; Muscular; Linfático; Esquelético; Endocrino. Describe tanto las estructuras como sus funciones.	Memorización y acceso a nueva información.
Anatomía Humana, Fisiología Wiki	Circulatorio; Digestivo; Reproductor masculino y femenino; Respiratorio; Nervioso; Urinario; Muscular; Linfático; Esquelético; Endocrino. Describe tanto las estructuras como sus funciones.	Memorización y acceso a nueva información.
Anatomy Learning-3D Atlas	Respiratorio; Circulatorio; Digestivo; Urinario, Muscular, Esquelético; Nervioso Central; Reproductor masculino. Focaliza en la descripción de estructuras, no así en sus funciones.	Procesos de exploración e indagación.
Gray's Anatomy-Atlas	Circulatorio; Digestivo; Reproductor masculino y femenino; Respiratorio; Nervioso; Urinario; Muscular; Linfático; Esquelético; Endocrino. Focaliza en la descripción de estructuras, no así en sus funciones.	Memorización y acceso a nueva información.

Aplicación móvil	Contenidos de anatomía humana	Procesos de aprendizaje implicados
Human Anatomy	Esquelético; Digestivo; Reproductor masculino y femenino; Circulatorio; Nervioso; Endocrino; Muscular; Linfático; Urinario. Describe tanto las estructuras como sus funciones.	Memorización y acceso a nueva información.
Human Anatomy (Riyad- Pritom)	- Esquelético; Digestivo; Muscular; Reproductor masculino y femenino; Circulatorio; Respiratorio; Nervioso; Endocrino; Urinario. Describe tanto las estructuras como sus funciones.	Memorización y acceso a nueva información.
Human Anatomy System	Digestivo; Reproductor masculino y femenino; Circulatorio; Linfático; Endocrino; Respiratorio; Urinario. Focaliza en la descripción de estructuras, no así en sus funciones.	Memorización y acceso a nueva información.
Organos 3D (Anatomía)	Digestivo; Respiratorio; Reproductor masculino y femenino; Urinario; Describe la estructura del corazón, del cerebro y otras estructuras anatómicas. Describe tanto las estructuras como sus funciones.	Procesos de exploración e indagación.
Visual Anatomy Free	Circulatorio; Digestivo; Reproductor masculino y femenino; Respiratorio, Nervioso; Urinario; Muscular; Esquelético. Describe tanto las estructuras como sus funciones.	Procesos de exploración e indagación.

El análisis conjunto de ambas tablas permite resaltar el hecho de que son escasas las propuestas analizadas que trascienden un modelo conductista de aprendizaje. Esto pone de relieve el valor de elegir las aplicaciones a partir de un análisis exhaustivo de sus características y la necesidad de no repetir con estos recursos tecnológicos los modelos tradicionales aún vigentes en muchas aulas de ciencias.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados en el marco del trabajo permiten enfatizar la necesidad de diseñar y seleccionar aplicaciones que permitan a los alumnos desarrollar un rol activo en su aprendizaje y revaloricen el potencial de ilustración y exploración que ofrecen las TIC. En este sentido, se considera que tanto las categorías propuestas como el análisis realizado pueden servir de base para desarrolladores de aplicaciones vinculadas con la enseñanza de las ciencias y para profesores interesados en integrar estas tecnologías en el aula.

En lo que respecta a la potencialidad didáctica de las herramientas, se recomienda seleccionar aplicaciones que combinen características positivas tanto en lo que atañe a los aspectos tecnológicos como a los contenidos abordados. Asimismo, es importante decir que el uso extendido de dispositivos móviles por parte de los alumnos permite utilizar las aplicaciones estudiadas tanto dentro como fuera del aula y en conjunto con diversas estrategias didácticas recomendadas en el ámbito del estudio de la anatomía (estudio de casos clínicos, aprendizaje basado en problemas, etc.).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLLIPAL LARRE, E. & SILVA MELLA, H. (2011). Estudio de la Anatomía en Cadáver y Modelos Anatómicos. Impresión de los Estudiantes. *International Journal of Morphology*, 29(4):1181-1185

- DE OLIVEIRA, M.L. & GALEMBECK, E. (2016). Mobile Applications in Cell Biology Present New Approaches for Cell Modelling. *Journal of Biological Education*, 50(3), 290-303.
- DOMÍNGUEZ, E., FERNÁNDEZ-PAMPILLÓN, A. & de ARMAS, I (2013). Rúbrica para evaluar la calidad de los Materiales Educativos Digitales. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/12533/>
- ECHVERRÍA PEREDA, E. & JIMÉNEZ GUTIÉRREZ, I (2010). La terminología anatómica en español, inglés y francés. *Panace@*, 11(31), 47-57.
- HERRERA, S.I., & FENNEMA, M. C. (2011). Tecnologías móviles aplicadas a la educación superior. *Actas XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. Universidad Nacional de la Plata.
- LAMPERT, D., RUSSO, M. & PORRO, S. (2016). Errores y carencias sobre Anatomía en la escuela secundaria. *Actas V Jornadas de Extensión del Mercosur*. Universidad Nacional de Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- LÓPEZ GARCÍA, M. (2009). *Los laboratorios virtuales aplicados a la biología en la enseñanza secundaria: una evaluación basada en el modelo CIPP*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- MARQUÈS GRAELLS, P. (2000). Ventajas e inconvenientes del multimedia educativo. Disponible en: <http://www.peremarques.net/ventajas.htm>
- MARTÍNEZ MIGUÉLEZ, M. (2006). Validez y confiabilidad en la metodología cualitativa. *Paradigma*, 27(2).
- PIASSENTINI, J. & OCCCELLI, (2012). Caracterización de laboratorios virtuales para la enseñanza de ingeniería genética. En Garcia Romano, L., Buffa, L., Liscovsky, I. & Malin Vilar, T (compil.), *Memorias de X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*. (pp. 671-676). Córdoba: ADBiA.
- SANDÍN ESTEBAN, M.P. (2003). *Investigación Cualitativa en Educación. Fundamentos y Tradiciones*. Madrid: McGraw-Hill.

