

Diseño y aplicación piloto de un atlas imagenológico de pelvis femenina utilizando dispositivos móviles como apoyo al aprendizaje de la anatomía humana

Melissa Vander Stelt V.¹, Ana Barriga K.², Gerardo Méndez M.^{2,3}, Francisco Garrido C.^{4*}

1. Tecnólogo Médico Mención Imagenología y Física Médica, Centro Médico y Dental RedSalud. Valdivia-Chile.
2. Instituto de Anatomía, Histología y Patología, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile.
3. Escuela de Graduados, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile.
4. Departamento de Radiología y Diagnóstico por Imágenes, Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago-Chile.

Design and pilot application of an image atlas of female pelvis using mobile devices to support the learning of human anatomy

Resumen: *Introducción:* Las imágenes médicas constituyen un recurso de enseñanza-aprendizaje que complementa las metodologías tradicionales en el estudio de la Anatomía Humana para las profesiones de la salud. La pelvis femenina es una entidad anatómica compleja que contiene estructuras de varios sistemas, cuyas relaciones anatómicas son susceptibles de estudiar con detalle utilizando imágenes de resonancia magnética. *Propósito:* Diseñar una aplicación móvil como complemento al aprendizaje de la anatomía radiológica de la pelvis femenina y realizar una aplicación piloto a baja escala. *Metodología:* Se diseñó una aplicación móvil de anatomía normal de la pelvis femenina utilizando recursos gratuitos disponibles en línea, a partir de imágenes anonimizadas de resonancia magnética del archivo digital local. A partir de literatura anatómica relevante se seleccionaron las estructuras a rotular. Para evaluar la percepción de los usuarios, se diseñó y aplicó una encuesta por vía digital. *Resultados:* La aplicación móvil interactiva fue diseñada para dispositivos Android, con 7 secciones y 107 imágenes. Existió una adecuada recepción de la herramienta por parte de los seis estudiantes que participaron en la implementación piloto, destacando la accesibilidad como el principal aspecto a mejorar. *Conclusión:* Este atlas imagenológico a través de dispositivos móviles es un complemento del aprendizaje de la anatomía humana utilizando imágenes médicas.

Palabras clave: Anatomía humana, Anatomía radiológica, Aplicaciones móviles, Pelvis.

Abstract: *Introduction:* Medical imaging is a teaching-learning resource that complements traditional methodologies in the study of Human Anatomy to health professions. The female pelvis is a complex anatomical entity that contains structures of several systems, whose anatomical relationships can be studied in detail using magnetic resonance imaging. *Purpose:* To design a mobile application as a complement to the learning of the radiological anatomy of the female pelvis and to carry out a pilot application in a small scale. *Methodology:* A mobile application of normal anatomy of the female pelvis was designed using free resources available online from anonymized magnetic resonance images from the local digital archive. The structures to be labelled were selected from relevant anatomical literature. In order to evaluate user's perception, a digital survey was designed and applied. *Results:* The interactive mobile application was designed for Android devices, with 7 sections and 107 images. There was an adequate reception of the tool by the six students who participated in the pilot implementation, highlighting accessibility as the main aspect to improve. *Conclusion:* This atlas imaging through mobile devices is a complement to the learning of human anatomy using medical images.

Keywords: Human anatomy, Mobile applications, Pelvis, Radiological anatomy.

Vander Stelt M, et al. Diseño y aplicación piloto de un atlas imagenológico de pelvis femenina utilizando dispositivos móviles como apoyo al aprendizaje de la anatomía humana. Rev Chil Radiol 2020; 26(1): 32-37.

*Correo electrónico: Francisco Garrido Cisterna / fgarridoc@uc.cl.

Trabajo enviado el 28 de agosto de 2019. Aceptado para publicación el 17 de marzo de 2020.

Introducción

La pelvis femenina es una región anatómica que contiene y soporta múltiples estructuras: órganos gastrointestinales, genitourinarios, osteomusculares y vasculonerviosos. El estudio de cada una de estas estructuras, así como sus relaciones espaciales, se ha beneficiado con el desarrollo de técnicas imagenológicas cada vez más complejas, transformándose en herramientas útiles para conocer con detalle la anatomía normal y patológica de la pelvis, además de ser un método de apoyo diagnóstico en la práctica clínica⁽¹⁾. La resonancia magnética (RM) se caracteriza por su excelente resolución de contraste, no utiliza radiación ionizante y permite la obtención de imágenes multiplanares con un amplio campo de visión, evidenciando con detalle la anatomía humana⁽²⁾.

La anatomía humana sigue teniendo un rol fundamental dentro de la formación de los profesionales de la salud⁽³⁾. Sin embargo, el avance del conocimiento biomédico y la necesidad de desarrollar otras habilidades emergentes han traído como consecuencia una disminución del crédito y tiempo curricular destinado a las ciencias morfológicas⁽⁴⁾. Lo anterior, sumado a la menor disponibilidad de material cadavérico y la tendencia a abandonar la disección como metodología de enseñanza-aprendizaje han llevado a los anatomistas a buscar nuevas metodologías innovadoras para enseñar la anatomía en menores tiempos curriculares, sin comprometer la calidad de los aprendizajes⁽⁵⁾.

La incorporación de las imágenes médicas al estudio de la Morfología, a través de sus diferentes modalidades, no solo constituye un recurso valioso para el aprendizaje de la anatomía, sino que también ayuda a los estudiantes a comprender el creciente rol de las imágenes en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes⁽⁶⁾. La integración de la radiología a la anatomía permite entregar contenidos y habilidades que serán aplicados en etapas más avanzadas de la carrera, además de favorecer y motivar el aprendizaje de la anatomía por generar mayor interés por ésta al actuar como un vínculo con la práctica clínica real⁽⁷⁾.

El propósito de este proyecto educacional es el diseño y aplicación piloto de un atlas imagenológico de pelvis femenina basado en imágenes de resonancia magnética, a través de una aplicación para dispositivos móviles como recurso de apoyo al aprendizaje de la anatomía humana.

Materiales y método

El desarrollo de este proyecto educacional se dividió en dos etapas:

- *Etapa 1: Diseño de la aplicación para dispositivos móviles*

Se obtuvieron imágenes de RM de pelvis anonimizadas y desvinculadas de datos personales del

sistema PACS del Subdepartamento de Imagenología del Hospital Base Valdivia, lo que fue autorizado por el Comité Ético Científico del Servicio de Salud Valdivia. Los estudios seleccionados correspondieron a RM de pelvis blanda de pacientes de sexo femenino con reporte radiológico informado sin hallazgos patológicos. Los estudios fueron almacenados y visualizados utilizando el software *RadiAnt DICOM Viewer* en su versión gratuita. Se seleccionaron tres series de imágenes en los planos axial, coronal y sagital en secuencia T2 Fast Spin Echo.

Se revisó literatura anatómica relevante para seleccionar las estructuras anatómicas a rotular en las imágenes de RM^(8,9,10,11,12), considerando estructuras anatómicas osteoarticulares, genitourinarias y gastrointestinales. Cada una de las estructuras elegidas fueron rotuladas con flechas y números.

La aplicación fue diseñada utilizando el constructor online de aplicaciones (app) nativas www.goodbarber.com, en el cual se crearon las secciones y contenido para cada una de ellas. Finalmente, la aplicación fue publicada para descarga gratuita en Google Play Store bajo el nombre "Atlas Imagenológico de Pelvis Femenina".

- *Etapa 2: Implementación piloto de la app para dispositivos móviles.*

Se realizó una aplicación piloto en el curso Anatomía Topográfica de Aplicación Radiológica de la carrera de Tecnología Médica Mención Imagenología y Física Médica de la Universidad Austral de Chile. Luego de la clase expositiva de los contenidos de anatomía radiológica de pelvis, se presentó el atlas imagenológico destacando sus diferentes funciones y las imágenes rotuladas con las estructuras de interés. Para conocer la percepción de los estudiantes sobre la aplicación de esta herramienta, se diseñó una encuesta de percepción, enviada por vía digital, con preguntas en que los estudiantes respondieron su grado de acuerdo con diferentes afirmaciones utilizando una escala Likert 1 a 5, las que evaluaron aspectos como la calidad del contenido, motivación, diseño y presentación, usabilidad, accesibilidad y valor educacional. Los datos fueron analizados en lenguaje R mediante software RStudio versión 1.2.1335, utilizando análisis de Likert mediante paquete de datos Likert versión 1.3.5 y posteriormente graficados mediante el paquete de datos ggplot2 versión 3.2.1.

Resultados

- *Etapa 1*

La aplicación móvil diseñada consta de siete secciones denominadas: introducción, planos, componentes óseos, componentes musculares, órganos gastrointestinales, urinarios y reproductivos femeninos.

La sección "Introducción" contiene una explicación sobre el fenómeno de la resonancia y su aplicación

e importancia en el estudio de la pelvis femenina. Además, se anexa un esquema que muestra los diferentes tonos de grises que se presentan en la imagen de resonancia y su estructura o tejido que se relaciona para facilitar la posterior visualización de las imágenes.

La sección "Planos" tiene tres pestañas con grupos de imágenes de potenciación T2 en los tres planos anatómicos: axial, coronal y sagital. Cada una de las imágenes está rotulada con flechas y números y en un cuadro de texto inferior a cada imagen se encuentra el listado de todas las estructuras correspondientes.

Las cinco secciones restantes contienen una descripción breve de las estructuras de cada sistema anatómico y además imágenes con aquellas estructuras rotuladas.

Se incorporaron 107 imágenes de las cuales 39 corresponden al plano axial, 27 al plano coronal y 39 al plano sagital. El número total de estructuras rotuladas y en qué plano se rotularon se muestra en

la tabla 1. Las figuras 1 y 2 muestran imágenes de algunas secciones de la aplicación.

• *Etapa 2*

La encuesta de evaluación fue respondida por 6 alumnos, correspondiente al total del curso Anatomía Topográfica de Aplicación Radiológica. Se analizaron 7 puntos: Calidad del Contenido, motivación, diseño y presentación, usabilidad, accesibilidad, valor educativo y valoración global según escala Likert. La figura 3 muestra el resultado del análisis de Likert, donde los apartados calidad de contenido, usabilidad, valor educativo y valoración global obtuvieron solo resultados positivos en la escala de Likert. El apartado de motivación obtuvo un 83% de respuestas positivas lo que demuestra que este tipo de recursos aumenta el interés de los alumnos por la disciplina. La accesibilidad obtuvo los valores más bajos de aceptación, lo que refleja las limitaciones del recurso en cuanto a su acceso para dispositivos Apple.

Tabla 1. Número de estructuras rotuladas en la aplicación por plano.

Estructuras (N°)	Plano Axial	Plano Coronal	Plano Sagital
Óseas (17)	13	11	9
Ligamentosas (7)	4	3	1
Musculares (26)	20	18	17
Vasculares (10)	10	0	6
Gastrointestinales (7)	5	6	5
Urinarias (4)	3	2	3
Reproductivas (17)	10	10	9



Figura 1: Imagen seleccionada con el logo de la aplicación y secciones.

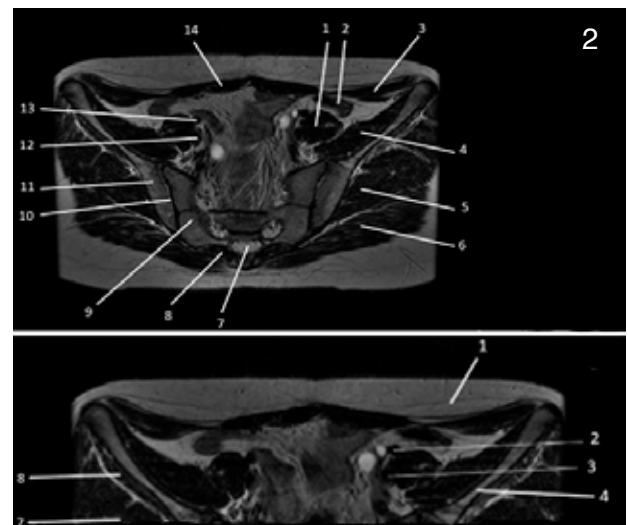


Figura 2: Ejemplo de imagen de resonancia magnética de pelvis utilizada en la aplicación con leyendas. 1. Músculo psoas, 2. Colon sigmoide, 3. Músculos oblicuos, 4. Músculo íliaco, 5. Músculo glúteo medio, 6. Músculo glúteo máximo, 7. Conducto sacro, 8. Músculo multifido, 9. Sacro, 10. Articulación sacroilíaca, 11. Hueso ilíaco, 12. Vena ilíaca externa derecha, 13. Arteria ilíaca externa derecha, 14. Músculo recto abdominal.

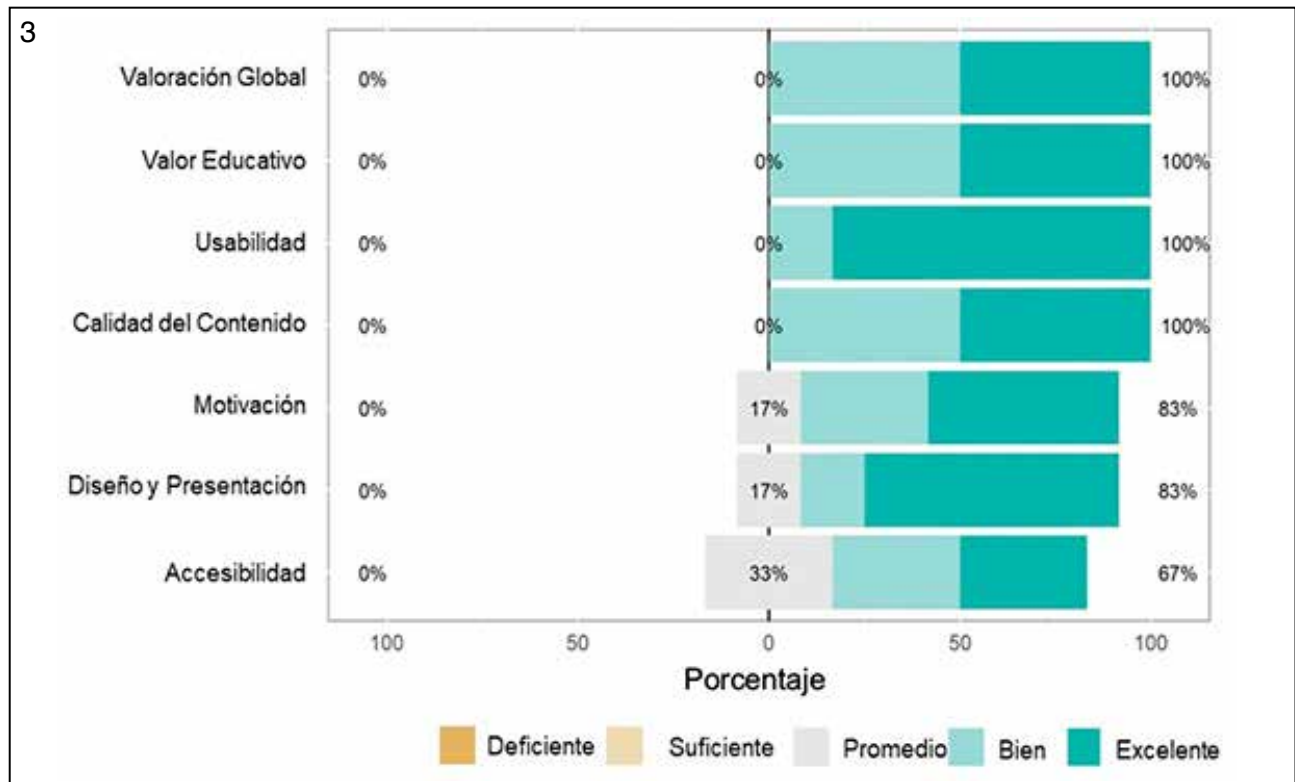


Figura 3: Resultados de la encuesta de percepción de la implementación piloto.

Discusión

El conocimiento anatómico es fundamental en la formación y desempeño de los profesionales de la salud. En la mayoría de los casos se apoyan de atlas ilustrados con esquemas o dibujos, sin embargo, la integración de anatomía con radiología permite desarrollar otras competencias como la interpretación de estudios imagenológicos con una aplicación clínica. El uso de las imágenes médicas como recurso de aprendizaje de anatomía humana no es algo nuevo. En nuestro país en la década de los 30 se introducen las radiografías convencionales como apoyo a la docencia anatómica, historia que continúa posteriormente con la instalación de negatoscopios en los laboratorios de anatomía, las colecciones de placas radiográficas en los departamentos de morfología y, recientemente, los estudios seccionales como la tomografía computada y la resonancia magnética como complemento al aprendizaje al lado del cadáver⁽¹³⁾.

Muchas teorías del aprendizaje otorgan un lugar relevante al contexto en que ocurre el proceso de enseñanza-aprendizaje. A diferencia de la educación de los niños, los adultos aprenden en entornos donde requieren adquirir habilidades específicas para resolver problemas relevantes^(5,14). En este sentido, la anatomía humana es una asignatura que pertenece

al grupo de las ciencias básicas o fundantes, cuyo propósito es entregar las bases científicas para entender el funcionamiento normal del cuerpo humano. Existen reportes que señalan que los estudiantes que comprenden la relación entre los síntomas y signos de una enfermedad y su explicación a través de las ciencias básicas, tienen aprendizajes más profundos y duraderos en el tiempo^(15,16). Por lo anterior, la radiología puede ser considerada como un facilitador del aprendizaje de la anatomía normal y patológica, ya que potencia la experiencia del práctico en el laboratorio de disección y permite la aplicación del conocimiento anatómico a un contexto clínico⁽⁵⁾.

El avance de la radiología en la actualidad, que incluye la digitalización de las imágenes, ha permitido un acceso expedito a bancos de imágenes que pueden ser utilizados como recursos de aprendizaje de anatomía. Incluso es posible complementar el práctico anatómico con “disecciones virtuales”, aprovechando, por ejemplo, las reconstrucciones multiplanares (MPR), proyecciones de máxima intensidad (MIP), reconstrucciones volumétricas (VR), representaciones de superficie o estudios endoscópicos virtuales como la colonoscopia o broncoscopia virtual⁽⁵⁾.

Los estudiantes de las profesionales de la salud poseen características diferentes a los que ingresaban

hasta hace unos pocos años. Actualmente se caracterizan por ser nativos digitales, con amplio acceso a Internet, lo cual ha impactado en la forma en que prefieren estudiar y aprender⁽¹⁷⁾. La integración de las tecnologías de la información y la comunicación a la educación médica es reflejo de como la tecnología se ha integrado a sus vidas, sin embargo, su incorporación requiere de una planificación adecuada por parte del equipo docente, para así asegurar aprendizajes efectivos⁽¹⁸⁾.

El *m-learning* (*mobile learning*) es actualmente una tendencia dentro de la educación a distancia, la cual se define como la educación en varios contextos a través de las interacciones sociales y de contenidos mediante el uso de dispositivos electrónicos personales. La literatura reporta que la adquisición y retención de nuevo conocimiento es particularmente eficiente cuando se utilizan dispositivos móviles, sobre todo para la búsqueda de información para resolución de problemas en contextos específicos, lo que es especialmente útil durante las rotaciones clínicas y el Internado⁽¹⁹⁾. Asimismo, los mismos usuarios de estas tecnologías reportan ventajas como un acceso ilimitado en el tiempo a información relevante (aprendizaje en contexto), consolidación del conocimiento a través de la repetición y el uso del tiempo libre, sin embargo, estas aplicaciones no reemplazarían el encuentro docente⁽²⁰⁾. El uso de dispositivos móviles atraviesa la barrera entre la educación médica y la práctica médica propiamente tal, ya que pueden usarse en ambos escenarios de manera muy similar⁽²¹⁾.

Los estudiantes reportan, desde su propio punto de vista, que es posible aprender radiología usando dispositivos móviles, especialmente lo que respecta a la interpretación de imágenes, anatomía radiológica y condiciones patológicas frecuentes⁽²²⁾. En la actualidad existen múltiples aplicaciones móviles que permiten complementar el aprendizaje de la anatomía radiológica, muchas de ellas previo pago de una suscripción, como iMAIOS e-Anatomy, iAnatomy o FRCR Radiological Anatomy⁽²³⁾, lo que puede limitar su acceso masivo. Sin embargo, existen otras aplicaciones de descarga gratuita disponibles para dispositivos móviles⁽²⁴⁾.

Este estudio presenta el diseño y aplicación piloto de una aplicación móvil para el aprendizaje de la anatomía de la pelvis femenina utilizando imágenes de RM. Dentro de las fortalezas de este proyecto educacional destaca que la aplicación fue creada utilizando recursos y programas gratuitos disponibles en la Web, sin necesidad de contar con un diseñador o programador especializado. Además, las estructuras rotuladas en las imágenes fueron seleccionadas a partir de la revisión de literatura de anatomía humana utilizada como bibliografía del curso, lo que permite una adecuada concordancia entre los contenidos de la aplicación y los tópicos abordados en la cátedra.

Sin embargo, existen algunas limitaciones, por ejemplo, el acceso exclusivo a través de dispositivos Android, lo que puede disminuir el número de alumnos con acceso a la aplicación. Además, fue una aplicación piloto a baja escala, por lo que es necesario utilizar este recurso metodológico en cursos masivos, con el propósito de evaluar su utilidad e impacto en los aprendizajes de los estudiantes.

Referencias

1. Bhosale PR, Javitt MC, Atri M, Harris RD, Kang SK, Meyer BJ, et al. ACR Appropriateness Criteria® Acute Pelvic Pain in the Reproductive Age Group. *Ultrasound Q.* 2016; 32(2): 108-115.
2. Olson MC, Posniak H V, Tempany CM, Dudiak CM. MR imaging of the female pelvic region. *Radiographics.* 1992; 12(3): 445-465.
3. Phillips AW, Smith SG, Straus CM. The Role of Radiology in Preclinical Anatomy. *Acad Radiol.* 2013; 20(3): 297-304.e1.
4. Inzunza O. Morfología, los Nuevos Desafíos para el 2015. *Int J Morphol.* 2014; 32(3): 789-793.
5. Pathiraja F, Little D, Denison AR. Are radiologists the contemporary anatomists? *Clin Radiol.* 2014; 69(5): 458-461.
6. Caswell FR, Venkatesh A, Denison AR. Twelve tips for enhancing anatomy teaching and learning using radiology. *Med Teach.* 2015; 37(12): 1067-1071.
7. Garrido F, Burdiles Á, Arau R, Cisternas M. Desarrollo de un curriculum de Radiología para la formación médica de pregrado: Experiencia de una Escuela de Medicina de Chile. *Rev Chil Radiol.* 2018; 24(3): 87-93.
8. Ryan S, McNicholas M, Eustace SJ. *Anatomy for diagnostic imaging.* Saunders/Elsevier; 2011; 337.
9. Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. *Anatomía con orientación clínica.* 7° Edición. Buenos Aires: Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins; 2013; 1164 p.
10. Drake RL, Richard L, Vogl W, Mitchell AMW. *Gray anatomía para estudiantes.* 3° Edición. España: Elsevier; 2015; 1188.
11. Rouvière H, Delmas A. *Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional.* Tomo 2: Tronco. 11° Edición. España: Elsevier Masson; 2005.
12. e-Anatomy: Atlas interactivo de anatomía humana (citado 2019 jul 31). Disponible en: <https://www.imaios.com/es/e-Anatomy>
13. Cárdenas-Valenzuela JL. Enseñanza de la Anatomía. Uso de Medios en el Aula. *Int J Morphol.* 2019; 37(3): 1123-1129.
14. Taylor DCM, Hamdy H. Adult learning theories: Implications for learning and teaching in medical education: AMEE Guide No. 83. *Med Teach.* 2013; 35(11): e1561-e1572.
15. Norman G. How basic is basic science? *Adv Heal Sci Educ.* 2007; 12(4): 401-403.
16. Woods NN, Neville AJ, Levinson AJ, Howey EHA, Oczkowski WJ, Norman GR. The value of basic science in clinical diagnosis. *Acad Med.* 2006; 81(10 Suppl): S124-S127.
17. Ralph C, Riquelme A, Carvajal J. El ocaso de los libros de texto como fuente de información entre los

- estudiantes de medicina. ARS MEDICA Rev Ciencias Médicas. 2017 jul 2; 42(2): 18-26.
18. Han H, Nelson E, Wetter N. Medical students' online learning technology needs. Clin Teach. 2014 feb; 11(1): 15-19.
 19. Klímová B. Mobile Learning in Medical Education. J Med Syst. 2018 oct 12; 42(10): 194.
 20. Davies BS, Rafique J, Vincent TR, Fairclough J, Packer MH, Vincent R, et al. Mobile Medical Education (Mo-MEd) - how mobile information resources contribute to learning for undergraduate clinical students - a mixed methods study. BMC Med Educ. 2012; 12: 1.
 21. Masters K, Ellaway RH, Topps D, Archibald D, Hogue RJ. Mobile technologies in medical education: AMEE Guide No. 105. Med Teach. 2016; 38(6): 537-549.
 22. Darras KE, van Merriënboer JJ, Toom M, Roberson ND, de Bruin AB, Nicolaou S, et al. Developing the Evidence Base for M-Learning in Undergraduate Radiology Education: Identifying Learner Preferences for Mobile Apps. Can Assoc Radiol J. 2019; 70(3): 320-326.
 23. AUR Online - Apps for Radiology Educators (citado 2019 aug 13). Disponible en: <https://www.aur.org/Secondary-Alliances.aspx?id=181>
 24. Martínez G, Mir F, García L. Caracterización de aplicaciones móviles para la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía humana. Enseñanza de las ciencias. 2017; (Extra): 1597-1604.